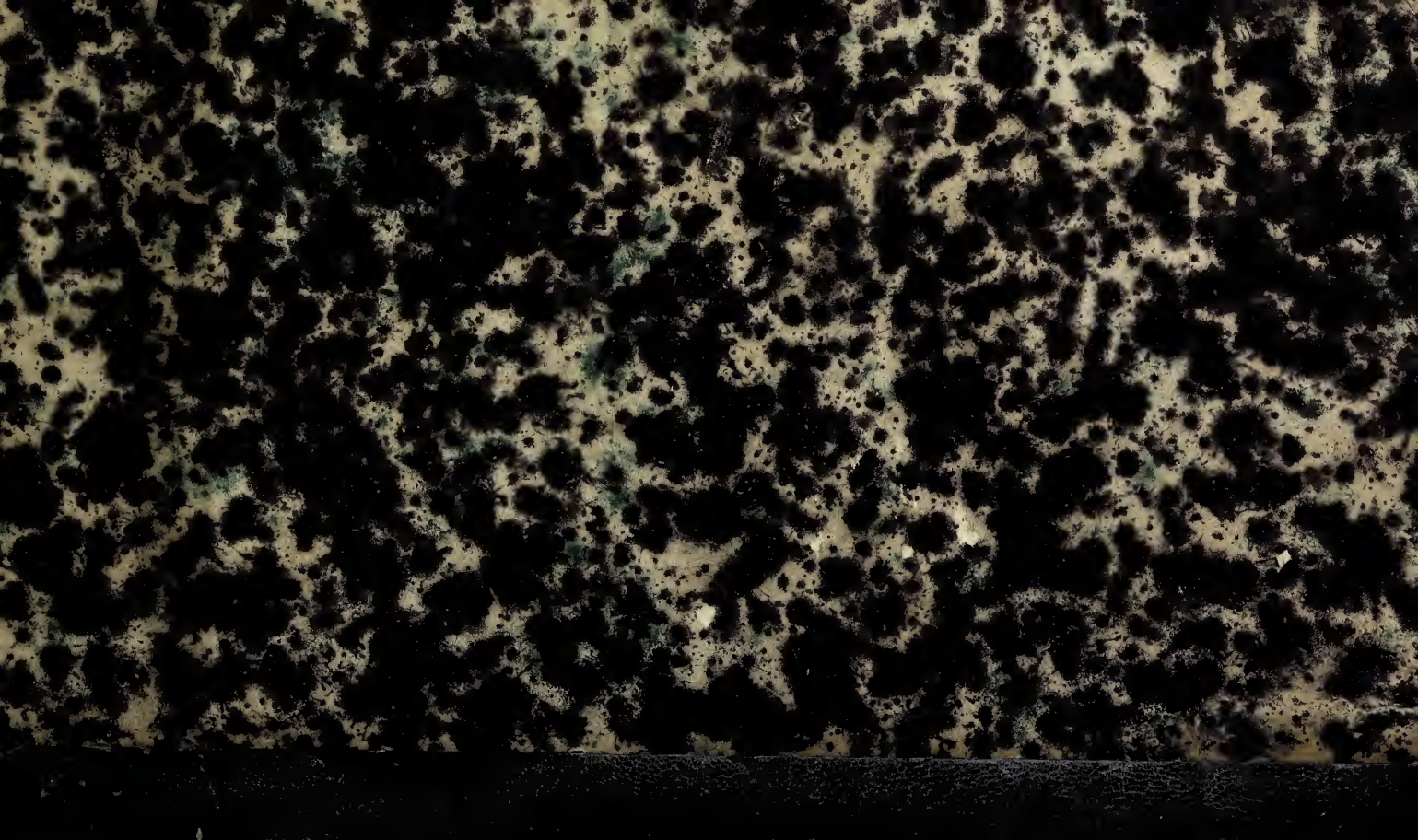


Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/materiauxdeconst00dele

# MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

DE

# L'EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1855.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Cᵉ, 26, rue Racine, près de l'Odéon.

# MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

DE

# L'EXPOSITION UNIVERSELLE

## DE 1855

**PAR A. DELESSE,**

INGÉNIEUR DES MINES,
PROFESSEUR HONORAIRE DE GÉOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON,
SECRÉTAIRE DE LA CLASSE XIV DU JURY INTERNATIONAL.

PARIS.

VICTOR DALMONT, ÉDITEUR,

Successeur de Carilian-Gœury et V^or^ Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

**Quai des Augustins, n° 49.**

1856.

# PRÉFACE.

L'Exposition universelle de 1855 présentait la collection de matériaux de construction la plus complète et la plus remarquable qui eût été réunie jusqu'à présent. Ayant été chargé, comme secrétaire de la classe XIV du Jury international, de rédiger le rapport sur les substances minérales qu'elles renfermait, j'ai pensé qu'il pourrait être utile d'en faire une publication spéciale, plus étendue que le rapport officiel dans lequel j'avais dû me limiter aux produits récompensés. Cet ouvrage n'est donc pas un traité sur les matériaux de construction, mais une simple description de ceux que renfermait l'Exposition universelle. Je lui ai conservé la forme de rapport, et je passe successivement en revue les différents produits envoyés par chaque Exposant. Une double table des matières fait d'ailleurs connaître les noms de toutes les personnes qui sont mentionnées, ainsi que les différents sujets qui sont traités ; il sera facile, par conséquent, de trouver toutes les parties relatives à un même sujet, lors même qu'elles seraient un peu éparses,

comme cela devait être d'après la marche que j'étais obligé de suivre.

J'ai traité avec quelque détail tout ce qui concernait la marbrerie, à cause du développement que cette industrie a pris dans ces derniers temps, et de l'intérêt d'actualité qui se rattache à son étude.

Un assez grand nombre de matériaux de construction ont été soumis à des essais qui avaient pour but de faire connaître leur composition et leur qualité. Ces essais ont été exécutés très-rapidement et à un point de vue essentiellement pratique. Ils étaient destinés à éclairer le Jury international, et par conséquent le temps que j'ai pu y consacrer était nécessairement très-limité.

Quelqu'imparfait que soit ce travail, on reconnaîtra peut-être qu'il renferme de nombreux renseignements sur la composition, la qualité, la durée, le gisement, l'exploitation et le prix de revient de matériaux de construction provenant de tous les pays du monde; aussi ai-je l'espoir qu'il pourra être consulté avec fruit par toutes les personnes qui s'occupent de l'étude, de l'extraction, de la préparation et de l'emploi des matériaux de construction.

# TABLE ALPHABÉTIQUE

## DES PERSONNES MENTIONNÉES.

---

### A


Alder. 198.
Ange (Michel). 171.
Angiboust. 299.
Ansted. 3, 16, 220, 254.
Arago (F.). 241.
Archiac (Vicomte d'). 356.
Ardenne. 125.
Armand. 357, 361, 364, 373.
Arnaud (P.). 268, 283, 284.
Astréoud (A.). 71, 72, 127, 128.
Aubert (H.). 368, 372.
Audoin (H.). 377.
Avril. 306.


### B


Babonneau. 360.
Balard. 306.
Baltard. 289.
Barelli. 76.
Barheine (R.). 198.
Baron-Chartier. 286.
Barrande (J.) 58.
Barry. 350.
Basto. 385.
Batistini. 177.
Baudart. 361, 364.
Baudoin. 365, 367, 368.
Bazergue. 215.
Beaumont (Elie de). 40, 114, 122, 142, 218, 220.
Beauvois. 296.
Belgrand. 217, 258.
Bellinger. 254.
Bellot. 16.
Benavidès. 80, 192 ,193.
Benczur (J.). 327.
Benoit. 336.
Bérard (A.). 344, 345.
Béraud. 30, 92, 301, 306.
Berdoulat. 263.
Bergès. 263.
Bernard. 282.
Berthier. 319, 345, 365.
Bertolucci et Frangi. 22, 153.
Bertrand. 300.
Bertren. 395.
Bex (H.). 348.
Bex (A.). 349.
Bianchi (F.). 322.
Bianchini. 22.
Bidreman. 309, 310.
Bigillion. 70, 126.
Bigot-Dumaine (J.). 17, 20, 91.
Billard. 272.
Blavier (A). 41.

Bleibtren (Dr). 322.
Boblaye. 28, 186.
Boisvilette (de). 299.
Bonnefons. 74.
Bonzel (F.-J.). 197.
Borrini. 176, 177.
Boucher. 299.
Boucherie. 375.
Boudrye (F.). 391.
Boulet et Feuillet. 277, 278, 279.
Bourdais. 50.
Bourgoin. 161.
Boyd James esq. (J.-P.). 210.
Bracci. 78 232.
Brandstrôm. 14.
Breton. 73, 144, 268.
Brianchon. 299.
Briand. 292.
Briet. 378.
Brivet. 208, 235, 390.
Brongniart (Al.). 68.
Broutechoux. 136, 137.
Brown. 207, 312.
Bunel (V.) et Labarthe (C.). 141.
Buvignier et Sauvage. 136.

## C

Caffort. 122.
Callion (F.). 124.
Callon. 43.
Cambi. 177.
Campos. 190.
Canrobert (le Maréchal). 73.
Cantini. 71, 127, 164, 165, 166.
Carpi. 37, 78, 228.
Carrière (Dr). 268, 296.
Carro. 298.
Casanova. 154.
Casiano de Prado. 192, 193.
Cazaux (B.). 124.
Chabaud-Latour (le Général de). 272.
Chamli. 212.
Champonnois. 222, 223.
Charles-Jean (le Roi de Suède). 12.
Charles III (le Roi d'Espagne). 191.
Chartier et Dufour. 350.
Charton et Hund. 376.
Charvin. 293.
Chatonney. 321.
Cheesman. 207.
Chérot. 67.
Chevalier. 321.
Cheveste (de). 331.
Chitty (Ed.). 211.
Chouet et Lejard. 285.
Christofoli (A.). 265, 328, 329, 330.
Clarke. 210.
Claudot. 307, 308, 309.
Cocchi (J.). 169.
Coignet. 302, 303.
Colin (R.-J.). 20, 22, 72, 131.
Collet. 331.
Collette-Doucet. 55.
Colomb (Ed.). 192.
Come II. (le Grand duc de Toscane). 9.
Comtet et Deschamps. 57.
Comynet (H.). 155.
Constant-Prévost. 142, 343.
Coquand. 160.
Corbella et Deluca. 354.
Cordier (L.). 180.
Corridi (Ph.). 167.
Costello (J.). 205.
Cottrill. 311.
Couche. 246.
Coulaine (de). 367, 371.
Crapoix. 350.
Czarnickow et Reitzenstein. 325.

D

Damars. 298.
Dantan. 121.
Darcel. 246, 255.
Darcy. 371.
Dargaud. 146.
Dayme (A.). 285.
Déak. 328.
Debry-Renvez. 47, 48.
Dechen (von). 198.
Decomble. 291.
Deconchy. 132, 133, 134, 164, 165, 166.
Dejeante (P.-B.). 24, 188, 189, 190, 191.
Delesse. 3, 240.
Della Gherardesca (comte U.). 178.
Delmonte (J.-B.). 155, 160.
Demarle (Ch.). 251, 256, 261.
Deriencourt. 93.
Dervillé. 108, 119, 121, 164, 165, 166.
Desauges. 218, 219.
Deslongrais. 29.
Desmanet de Biesme (le vicomte) 196.
Desplaces. 282.
Devaux. 56.
Devèze (le capitaine). 272.
Deville (Charles). 391.
Deville (Henry). 292.
Dhal (E). 322.
Dièss (G.) 23, 79, 183.
Dikson. 208.
Dolisie (P.). 160.
Dombasle (Mathieu de). 22.
Donau (F.). 136.
Doppler (J.). 80, 203.
Drouot. 22.
Dufailly. 353.
Dufour. 379.
Dufrénoy. 40, 114, 122, 218, 220.
Dugué. 298.
Dumas (J.). 241.
Dumas et Berger. 285.
Dumesnil. 351, 352.
Dumolard et Viallet. 277.
Dumont. 56, 186, 199.
Dunkel. 99.
Dupont (Emile). 251, 256, 257, 261, 324.
Dupont. 292.
Dupré (G.). 11, 12.
Dupuit. 375.
Durieu. 151.
Duvignaud. 293.
Duyk (J.-F.). 325.

E

Elsner. 336.
Esquié. 263, 266.
Eugène (Jean). 222.

F

Fabrige. 121.
Fages. 301.
Feburier. 301, 321.
Fœterle. 379.

Feilhammer (Fr.). 202.
Ferdinand II (le Grand duc de Toscane). 7, 8, 9.
Ferdinand VI (le Roi d'Espagne). 192.
Ferreira-Pinto, Basto. 385.
Ferry. 295.
Figueiredo (de). 191.
Fouchard et Vacher. 289.
Fourdinois. 71.
Fournel (H.). 160, 162, 356.
Francesco-Ferrucci (dit le *Tadda*). 7.
François. 371.
François I (le Roi de France). 106, 121.
Frédéric-Guillaume III (le Roi de Prusse). 198.
Frommartz (H.). 322.

G

Gaudy. 134, 135.
Gauvreau. 312.
Galinïer (Th.). 121, 122.
Galisserie (de la). 246.
Galland. 162, 184, 185.
Galliera (le Duc de). 186.
Gariel (J.-B.). 243, 245, 246, 247.
Garnier. 246, 293.
Garrau (P.-H.-C.). 294.
Gates. 220, 221.
Gehring. 58.
Geill. 195, 197.
Gentil. 277.
Gerardi (B.). 201.
Gerhard. 337.
Gerieu. 375.
Germain Nicolas. 51.
Géruzet (A.). 115, 116, 117, 118, 119, 164.
Gilbert. 350.
Gilet de Laumont. 44.
Giovanozzi. 177.
Giret. 272.
Gisors (de). 309, 350.
Godwin (G.). 221.
Gourlier. 3, 43, 220, 240, 351, 352.
Grandpierre (F.). 167.
Grimes et Caffort. 122, 123.
Grondel-Samsœn. 301.
Grosset (J.). 351.
Grossleth. 228.
Gueymard (E.). 268, 277.
Guillaume III (le Roi de Hollande). 99.
Guion des Moulins. 141.
Gussoni (F.). 181, 182.
Guy (John). 55.

H

Hagg. 336.
Hagstrôm. 12.
Hall. 206.
Hardcastle. 311.
Hastier de Jolivette. 149.
Hauer (Ch.-F. de). 379.
Havelt (le baron du). 183.
Heinrich (A.). 86, 202.
Henraux (Sancholle). 165, 171.
Henri IV (le Roi de France). 106.
Henry (Mme veuve). 140.
Hensel et Sickermann. 59.
Hermann. 7, 20, 19, 22.
Hermitte et Olagnier. 293.
Hernot. 31.
Hérodote. 386.

Herr (frères). 59.
Hervé-Mangon. 235, 239.
Higgins. 350.
Hodgson. 392.
Hoffman. 33, 100, 204.
Hole. 334.
Holland (S.). 52, 53.
Holst. 203.
Homberg. 375.
Hope. 349.
Hopper. 350.
Hotteaux. 298.
Hue-Beaulieu. 52.
Huguenet (J.). 356.
Hunt (St.). 88.
Hutchison et Morrison. 207, 230.

I

Illgner. 319.
Illiani (T.). 149, 150, 151.
Isella (G.). 182.

J

Jabert. 350.
Jackson. 312.
Jacquelain. 352.
Jacquemond. 182.
Jacquesson. 296, 297.
Jaloureau. 368.
Janvier. 282, 375.
Jay. 45.
Jeanron. 385.
Jomard. 24, 213.
Josset (M.-J.). 136.
Journault, Monnier et Aufray. 50.

K

Keffer (G.). 207.
Kœchlin-Schlumberger. 343.
Kœnig. 99.
Kilmorey (le Comte de). 16.
Krammer. 228.
Kuhlmann. 290, 340, 341, 342, 343.

L

Labarthe (C.). 141.
Laleu (Oscar de). 301.
Lambot-Miraval. 302.
Landau (S.). 321, 322.
Landeau et Noyers. 137, 138.
Lannoy. 272.
Larivière (Ch.). 42, 43.
Lassus. 342.
Layerle-Capel. 121.
Lebel. 29.
Le Bel (J.-A.). 373.
Lebiez. 272.
Le Blanc. 254.
Lebrun (J.-H.). 166, 261, 266, 267.
Le Cesne (T.). 384.
Lechatelier. 43.
Leclercq. 195.
Leclère. 52.
Ledoux (L.-F.). 372.

Ledru (A.). 371, 372.
Lefuel. 342.
Legorgeu. 29.
Leimbach (C.). 58.
Lemesle. 349.
Léon X (le Pape). 171.
Lepelletier. 27, 28.
Le Petit de Sauques. 300.
Le Play. 12, 235.
Lesguiller. 69, 151.
Leslie (James). 55.
Leube (Dr). 316.
Lévêque. 30.
Lévin. 203, 204.
Little. 314.
Llopis. 332.
Logan. 206, 207, 208, 312.
Lohn. 197.
Louis XIII (le Roi de France). 171.
Louis XIV (le Roi de France). 12, 106, 107, 115, 121, 123, 212.
Louvencourt (le Comte de). 196.
Love. 3, 240.
Lôwenhjelm (le Comte de). 13.
Lucq. 137.
Lyell (sir Charles). 52, 312, 318, 347.
Lykkensprôve. 84.

M

Machabée (L.). 373, 376.
Mac-Donald. 7, 15, 207.
Mac-Laughlin (D.). 207.
Macleod. 305.
Mac-Manis. 87.
Magnus. 39, 62, 63, 64, 66, 67.
Maioli. 177.
Manby (Ch.). 16.
Manger. 322.
Maranghi. 163.
Marc-Aurèle (l'Empereur). 184.
Marchal (D.). 196.
Marcot. 310.
Marga. 167.
Marie Constant. 51.
Marmora (le Général Albert de la). 180.
Martindale. 315.
Mary. 235.
Méhémet-Ali (le Pacha d'Égypte). 213.
Meissonnier. 69.
Meneghini. 37, 62.
Menisson (de). 290, 291.
Mercier (E.). 284.
Meredith (J.-H.). 17.
Michal. 246.
Michel et Cantini. 71, 127, 164, 166.
Michelot. 217, 258, 292.
Milhau, Laurès et Soalhat. 161.
Millardet. 167.
Mille. 253.
Minard. 250, 321.
Modenel et Briand. 292.
Molinier. 72, 130, 131.
Monestier. 371.
Monnier. 50.
Montely. 375.
Montorselli. 177.
Montricher (de). 202, 375.
Moreau (le Général). 350, 357, 358.
Moreaux. 45.
Morel. 89.
Moreno. 80, 193.
Morière (J.). 220.
Morin (le Général). 300, 352.
Morisson. 207, 230.
Mortillet. 182.
Mouton. 298.
Mouttet. 282.
Murchison (sir Roderick). 52.
Muti Pappazuri-Savorelli. 355.

N

Napier (sir Charles). 16.
Napoléon (l'Empereur). 21, 30, 106, 128, 135, 192, 164.
Napoléon (S. A. I. le Prince). 184, 196.
Noël. 222, 280, 282.
Nory-Dupar. 141, 142.
Noyon. 254.

O

O'Connel. 210.
Olagnier. 293.
Olander. 33.
Omalius d'Halloy. 194.
Oppermann. 394.
Orbach (J.-D.). 318,
Orbigny (Ch. d'). 155.
Orsini. 337.
Osterholm. 204.
Oudry. 246.

P

Pantiatichi d'Aragon (le marquis F.). 178.
Pascal. 272, 281, 286.
Patten. 210.
Pavin de Lafarge et Regny (L.). 279.
Payen. 345.
Paysant. 299.
Pazzi (de). 79.
Pearce. 17.
Pennec. 51.
Peret (G.). 301.
Perroncel. 127.
Perronnet-Gourdon. 147.
Peruzzi (Benedetto). 7.
Petit. 246.
Pfeifinger (le Capitaine J. de). 327.
Philippon. 350.
Philipps (R.). 221.
Picchianti. 355.
Poggi. 221.
Pognon. 371.
Poileu. 31.
Porte. 92.
Prisse d'Avenne. 160.
Profilet. 350.
Puissant. 135.

R

Ragazzoni (J.) et Gerardi (B.). 201.
Ransome et Parsons. 343.
Ravena. 333.
Ravier. 282.
Régis. 282.
Regnault (V.). 4.
Reitzenstein. 325.
Rettie. 16.
Reverony Saint-Cyr (le baron Ch. de). 60, 85.
Rey. 57.

Reynaud (Léonce). 3, 240.
Rhodes. 300.
Rivot. 281.
Rochetolay (de la). 293.
Rougemont. 232.
Rostan. 275.
Rothschild (le Baron de). 326, 349, 379.
Rousseau. 300.
Rozet. 290, 291.

S

Saige. 293.
Saint-Amand. 73, 143.
Sandberger (G.). 199.
Sandri. 199, 233.
Sapey (le sénateur). 70, 129, 130, 165, 231.
Saul (S.). 210.
Saulcy (de). 213.
Sauttier (le Capitaine). 272.
Savarin. 246.
Savi. 175.
Savoye. 348, 350.
Scheggi (Vincent et Fr.). 78.
Schiller. 34.
Schulz (G.). 80, 192.
Schulze. 326, 379.
Schwarz (Dr). 326.
Scott. 311.
Séguin. 73, 151, 164, 165.
Sélim-Pacha. 213.
Sentis. 69.
Serre (J. de). 285.
Sickermann. 59.
Sieguel. 187.
Sieyel (C.). 81.
Smith. 221.
Soetens (C.). 385, 386.
Sorel (St-). 338, 339.
Spagna. 184.
Spiliotakis. 186, 336.
Spin. 198.
Stolberg Wernigerode (le Comte de). 199.

T

Tacquenier. 35.
Talabot (Paulin). 282.
Tapie. 119.
Tardif (Joseph). 55.
Theill. 91.
Thénard (le Baron). 241, 352.
Thoresen (E.). 84.
Thury (Héricart de). 3.
Tobiesen (H.-E.). 335.
Tomei (J.-B.). 69, 154.
Tonti (J.), 11, 12.
Tornos (de). 334.
Toussaint. 282.
Trélat. 3, 240.
Tucker (Hiram). 63, 66, 67.

U

Urtin (le colonel). 272.
Urtis. 355.

V

Vacher. 289.
Vaillant (le Maréchal). 219, 276.
Valence. 332.
Valiquet. 48.

Vallée. 299.
Valpy (L.-R.). 211.
Varel. 131.
Vaudoyer. 350.
Vendre (J.). 268, 269, 271, 274.
Verneuil (Ed. de). 192, 332.
Vétillart (Marcel). 138.
Vicat. 237, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 250, 252, 255, 260, 261, 268, 270, 271, 276, 278, 289, 312, 316, 314, 317.
Vicat (J.-B.). 305, 306, 307.
Viehbahn (A. von). 198,322.
Viel. 92.
Ville. 155, 163.
Villeneuve (le Comte H. de). 247, 249, 250.
Vimal-Dupuy. 371.
Violet-Leduc. 342.
Virebent. 267.
Virlet d'Aoust. 23, 37, 186, 388.
Visconti. 78, 232, 375.
Vogin. 282.
Voisin. 254, 258, 259.

W

Wagner. 33, 94, 226.
Warken. 98.
Welter. 371.
Wener. 99.
White. 255.
Wiger. 335.
Wincqz. 224, 225.
Workman. 312.
Wyatt (D.). 90.

Z

Zaman. 36.
Zervas. 322.
Zobi. 9.
Zolezzi. 56.

# MATÉRIAUX

# DE CONSTRUCTION.

---

On divise les **matériaux de construction** en deux grandes classes, les **matériaux naturels** et les **matériaux artificiels**. Chacune de ces classes comporte, d'ailleurs, elle-même plusieurs divisions que nous allons faire connaître plus loin.

Les nombreux matériaux de construction envoyés par chaque exposant, ont été groupés dans la division à laquelle ils se rapportaient le mieux, et nous allons essayer de les passer rapidement en revue, de manière à donner une idée de l'ensemble que présentait sous ce rapport l'Exposition universelle.

Il faut remarquer cependant qu'il était assez difficile de classer ces matériaux d'une manière méthodique ; car souvent un même exposant en avait présenté qui étaient de nature très-différente, et alors on aurait dû le mentionner à chacune des divisions auxquelles se rapportaient les divers matériaux qu'il avait exposés. Il en serait résulté un inconvénient qu'il fallait autant que possible éviter ; car les titres d'une même personne à la récompense proposée en sa faveur auraient pu être complétement disséminés, et, par conséquent, il eût été plus difficile de les apprécier. Lorsqu'un exposant avait des produits variés, nous avons généralement fait connaître son industrie, quand nous décrivions les matériaux de construction qui en formaient la branche principale.

Nous avons suivi en cela la marche naturelle indiquée

par le but même de l'Exposition, et tracée déjà par les rapports sur les expositions précédentes qui, tout en conservant une classification d'ensemble par produits, ont toujours adopté plus spécialement la classification par nations et par exposants.

Les matériaux de construction appartiennent aux produits qui sont difficilement transportables, et pour les pays éloignés surtout, ils n'étaient le plus souvent représentés que par de simples échantillons. Cependant ces échantillons, quelquefois à peine visibles au milieu des richesses accumulées à l'Exposition, pouvaient être les représentants d'une industrie considérable; ils pouvaient avoir beaucoup plus d'importance que des échantillons d'un volume plus gros, et qui par ce volume même attiraient involontairement l'attention. Il convenait donc d'examiner tous les matériaux de construction avec le même soin, quels que fussent d'ailleurs les échantillons par lesquels ils étaient représentés.

Toutefois, on serait tombé dans un autre excès, si l'on eût voulu juger les matériaux de construction sur quelques échantillons et uniquement d'après leurs caractères minéralogiques. Pour asseoir un jugement sur leur valeur, il était indispensable de recueillir d'abord toutes les données possibles sur leur gisement, sur leur exploitation, et surtout sur leur prix de revient.

Il fallait tenir compte aussi de la quantité exploitée; on peut même dire que c'était une donnée très-importante. Pour qu'un produit naturel soit digne d'être récompensé, il ne suffit pas, en effet, qu'il soit de bonne qualité; car, tant qu'il reste enfoui dans le sein de la terre, c'est un trésor entièrement stérile, et en réalité, il ne prend de valeur que par la quantité qui est livrée à la consommation.

Il était nécessaire, en outre, de décrire les diverses usines dans lesquelles les matériaux de construction sont travaillés ou préparés artificiellement, et de faire connaître au moins sommairement les procédés qu'elles mettent en usage.

Enfin, il fallait encore suivre les matériaux de construc-

tion jusque dans les principaux travaux ou monuments dans lesquels ils avaient été employés, et rechercher s'ils avaient donné des résultats satisfaisants.

Cette enquête générale présentait toujours des difficultés, et pour les pays éloignés le manque de renseignements la rendait quelquefois impossible. Quoi qu'il en soit, elle nous a permis de recueillir un assez grand nombre de données techniques sur les matériaux de construction naturels et artificiels : aussi avons-nous pensé qu'il convenait de les réunir dans ce rapport, afin de faire connaître tous les motifs qui avaient pu influer sur les décisions du Jury.

Ajoutons d'ailleurs que, malgré leur aridité, ces renseignements sur des matériaux de construction qui proviennent des pays les plus divers, présentent de l'intérêt pour tous les constructeurs.

En résumé, l'examen des matériaux de construction qui a été fait par le Jury international, a porté à la fois sur leur mode d'exploitation ou de préparation, sur leurs qualités et sur leurs caractères minéralogiques, sur leur prix de revient, sur leur emploi, sur leur durée et enfin sur la quantité livrée à la consommation.

—La sous-commission de la XIV^e^ Classe, chargée plus spécialement de l'examen des matériaux de construction, se composait de MM. Léonce Reynaud, Gourlier, Love, Trélat, et Delesse, secrétaire. Nous avons cherché, autant que possible, à résumer dans notre rapport les observations et les études faites par chacun de ses membres.

Nous avons d'ailleurs fréquemment consulté pour sa rédaction les rapports de M. H. de Thury sur nos expositions nationales, ceux de MM. Ansted et Gourlier sur l'exposition universelle de Londres, ainsi que l'important ouvrage de M. Léonce Reynaud sur l'architecture.

—Les **matériaux de construction**, naturels ou artificiels, sont tous réunis dans la 1^re^ section de la XIV^e^ Classe du Catalogue officiel publié par ordre de la Commission impériale. Mais nous avions à examiner une partie seulement

de ces matériaux que nous classerons comme l'indique le tableau suivant :

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

I. — MATÉRIAUX NATURELS.

A. — Roches silicatées. . { *a.* — Roches feldspathiques. / *b.* — Ardoises. / *c.* — Serpentines.

B. — Roches quartzeuses.

C. — Roches calcaires. . . { *a.* — Roches de chaux carbonatée. / *b.* — Roches de chaux sulfatée.

II. — MATÉRIAUX ARTIFICIELS.

D. — Chaux, ciments et mortiers.
E. — Ciments divers.
F. — Plâtres, plâtres alunés, stucs.
G. — Bitumes et composés bitumineux.

# I. — MATÉRIAUX NATURELS.

Nous commencerons ce rapport par les **matériaux naturels** de construction.

Avec M. V. Regnault nous distinguerons dans les matériaux naturels : A. **les roches silicatées** ; B. **les roches quartzeuses** ; C. **les roches calcaires.**

## A. — ROCHES SILICATÉES.

**Les roches silicatées** sont extrêmement nombreuses ; mais en les envisageant au point de vue du classement des matériaux de construction envoyés à l'Exposition, il suffira d'établir les subdivisions suivantes : *a.* **les roches feldspathiques** ; *b.* **les ardoises** ; *c.* **les serpentines.**

Examinons d'abord les **roches feldspathiques**, auxquelles nous réunirons diverses roches silicatées, qui servent surtout dans la décoration.

## *a.* — ROCHES FELDSPATHIQUES.

Les principales roches feldspathiques envoyées à l'Exposition universelle et employées comme matériaux dans les constructions, étaient des granites. Cependant il y avait aussi des trachytes, des laves, des porphyres, du kersanton et quelques autres roches.

Les granites sont d'un usage assez fréquent dans la construction des maisons et des édifices. Les porphyres, au contraire, qui sont extrêmement compactes et qui prennent très-bien le poli, s'emploient surtout dans la décoration, ou bien encore, comme le porphyre de Quenast, ils servent au pavage et à l'entretien des routes.

Les granites sont plus durs, plus résistants et beaucoup plus difficiles à travailler que les calcaires et que les grès; mais ils ont sur eux l'avantage d'une très-grande durée. On ne les emploie généralement qu'à défaut d'autres matériaux plus tendres; cependant, dans quelques pays très-bien dotés sous ce rapport, on les recherche pour certaines parties des édifices ou pour de grands travaux publics. Ainsi à Caen, par exemple, où l'on possède une excellente pierre calcaire, le granite sert souvent pour les soubassements; plusieurs édifices importants y sont même entièrement construits en granite.

La difficulté avec laquelle le granite se taille donne lieu à une augmentation dans le prix de revient de la pierre à bâtir; mais cette augmentation peut être compensée par la durée et par l'inaltérabilité du granite.

La nature géologique du sol de certaines contrées oblige d'ailleurs quelquefois à y construire en granite : en France, on peut citer, comme exemple, le Limousin ainsi que certaines parties de la Normandie, de la Bretagne et des Vosges. En Écosse et au Canada, l'emploi du granite dans les constructions est également assez répandu. L'exposition de ce dernier pays nous montrait, par exemple, les échantillons du

granite employé à Stanstead, à Barnston et à Nicolett, dans le bas Canada, ainsi que le gneiss de Québec.

— Si le granite est généralement évité pour les constructions ordinaires, il est au contraire recherché pour les monuments destinés à passer à une postérité reculée.

Il a, en effet, l'avantage de bien résister à l'usure et aux intempéries. La décomposition de certains granites, qui est fréquente dans la nature et qui donne le kaolin, n'a lieu qu'au bout d'un temps extrêmement long. Aussi est-il bien rare que des monuments construits en granite aient été altérés par sa décomposition : c'est toutefois ce qui se présente exceptionnellement pour le *Rappakivi* ou le granite globuleux de la Finlande, qui a été employé dans quelques monuments de Saint-Pétersbourg.

Le granite a encore l'avantage de bien prendre le poli, et par conséquent il convient parfaitement à la décoration des monuments. Enfin, il n'a par lui-même aucune valeur, et sa taille est très-difficile: deux circonstances qui tendent à préserver les monuments en granite de toute atteinte de la main des hommes.

Ces motifs ont sans doute déterminé les Égyptiens dans le choix qu'ils ont fait du granite, qu'ils ont surtout employé pour leurs principaux monuments. Ils allaient, en effet, le chercher à une grande distance, jusqu'au delà des cataractes, tandis qu'autour de leurs cités se trouvaient du calcaire nummulitique et des grès facilement exploitables.

Les monuments en granite des anciens Égyptiens, leurs obélisques, leurs sphinx et leurs temples sont si nombreux, si remarquables et si gigantesques, que l'imagination en reste véritablement confondue. Aucune nation après eux n'a élevé des monuments semblables, et, sous ce rapport, ils tiendront dans l'histoire un rang tout à fait à part.

Les Romains cependant, qui avaient le sentiment des choses grandes et durables, ont aussi laissé beaucoup d'objets en granite et en porphyre, dont les débris décorent maintenant nos musées.

Lors des invasions des barbares, ce goût disparut avec la civilisation tout entière, et c'est en Italie qu'il devait encore commencer à renaître. Dès l'année 1379, un maître florentin, Benedetto Peruzzi, s'était rendu célèbre par la taille des pierres dures, et, en 1472, Francesco Ferrucci, surnommé le *Tadda*, retrouva à Florence le moyen de travailler et de sculpter le porphyre.

Dans l'année 1588, Ferdinand, grand-duc de Toscane, créa une manufacture royale spécialement destinée au travail des pierres dures, et depuis cette époque, cet art a atteint un très-grand degré de perfection. Cette manufacture de Florence, qui existe encore de nos jours, était représentée à l'Exposition universelle par de remarquables travaux en mosaïque et en porphyre.

C'est donc à Florence que les pierres dures et les roches feldspathiques ont été travaillées pour la décoration des monuments, avant qu'aucune tentative de ce genre eût été faite dans d'autres parties de l'Europe.

Depuis une époque récente, les roches granitiques et les porphyres sont également travaillés en Suède, à l'usine royale d'Elfdalen. Enfin, on peut encore citer parmi les usines remarquables sous ce rapport celle de M. Mac-Donald, en Écosse, et celle de M. Hermann, à Paris.

Si l'on compare toutefois l'état dans lequel cette industrie se trouve de nos jours, avec ce qu'elle était, non-seulement sous les Égyptiens, mais même sous les Romains, il faut reconnaître qu'elle est incomparablement moins répandue et moins développée. Le musée du Louvre seul renferme plus d'antiquités en granite et en porphyre qu'il n'en a été produit depuis la Renaissance dans l'Europe entière.

— Donnons maintenant quelques détails sur les exposants dont les produits appartiennent aux roches feldspathiques.

Ainsi que nous venons de le voir, le polissage des roches feldspathiques présente de très-grandes difficultés, et il constitue une industrie toute spéciale, celle des pierres

dures ; il convient donc de séparer les **roches feldspathiques polies** des **roches feldspathiques non polies.**

Nous nous occuperons d'abord des **roches feldspathiques polies**, et nous commencerons par faire connaître la Manufacture royale de S. A. R. le grand-duc de Toscane.

## ROCHES FELDSPATHIQUES POLIES.

### TOSCANE.

La Manufacture royale de mosaïques de Florence (n° 155). — La Manufacture royale de Florence vient se placer à la tête des usines dans lesquelles on travaille les *pierres dures.*

Les produits de cette Manufacture sont surtout des *mosaïques* dont l'examen spécial appartenait au jury de la XXIV^e^ Classe ; mais ces mosaïques atteignent cependant des dimensions si grandes, qu'elles jouent un rôle dans les constructions, et à ce titre, la XIV^e^ Classe a dû s'en occuper également.

La mosaïque de la Manufacture royale de Florence est à grandes parties ; elle est tantôt plane, tantôt à reliefs ; elle diffère complétement de celle que l'on fait à Rome, et elle représente même une variété de l'industrie des mosaïques, toute spéciale à la ville de Florence. En effet, cette mosaïque a pris naissance à Florence, elle s'est développée à Florence, et maintenant encore elle y est exécutée presque exclusivement ; par conséquent, on ne saurait lui contester le nom de *mosaïque florentine*, sous lequel on la désigne généralement.

C'est le 3 septembre 1588, que la Manufacture royale de mosaïques a été fondée par Ferdinand de Médicis, grand-duc de Toscane.

La création de la célèbre basilique de Saint-Laurent (Basilica Laurentiana), décidée le 16 août 1604, vint bientôt lui donner un grand développement. Cette basilique, qui réunit les tombeaux des Médicis, et que l'on peut citer comme l'une des merveilles de l'Italie, a été presque entièrement exécutée par la Manufacture royale de Florence.

Elle n'est pas moins remarquable par ses tombeaux et ses colonnes en porphyre que par ses mosaïques. Après deux siècles et demi de travaux, la décoration de la basilique Saint-Laurent n'est pas encore terminée, et l'Exposition de 1855 nous montrait six tablettes remarquables, destinées à l'autel de la chapelle Médicis. Ces tablettes avaient leur fond en lapis-lazuli ou en porphyre rouge antique ; elles étaient incrustées de mosaïques à grandes parties, entièrement exécutées en pierres dures. Les bordures de l'autel étaient faites en mosaïque à reliefs. Les plus grandes difficultés avaient été habilement vaincues dans ce travail ; il montre bien que si la Manufacture royale de Florence ne fait plus des ouvrages aussi importants que ceux qui ont illustré le règne de Côme II et de Ferdinand II, elle est cependant toujours au niveau de la réputation méritée qu'elle s'est acquise ; il faut même reconnaître que les ouvrages de ces dernières années sont exécutés, sinon avec plus de goût, du moins avec plus de perfection que ceux des époques antérieures.

Le nombre total des substances qui servent à faire les mosaïques de Florence est très-considérable. Bien que la plupart soient feldspathiques, on y compte aussi beaucoup de roches quartzeuses. Nous énumérons quelques-unes de ces substances d'après M. Zobi ; on peut voir qu'elles ont été recueillies dans toutes les parties du monde, et qu'elles sont pour la plupart assez rares :

| | |
|---|---|
| Quartz améthyste | de Bohême, du Brésil, de l'Inde. |
| Quartz agate, géodique, globuleux | d'Oberstein et des Pyrénées. |
| Quartz agate rouge | du Mogol. |
| Quartz sardoine | d'Orient, de Sibérie, de Madagascar. |
| Quartz brun zoné | de l'Égyte, de l'Arno. |
| Jaspe | d'Arménie, de Sibérie, d'Égypte, de Bohême, d'Espagne. |
| Orthose vert | de la rivière des Amazones en Amérique. |
| Feldspath Labrador | de la côte du Labrador. |
| Jade | des Indes orientales et de la Perse. |
| Lapis-lazuli contenant un peu de feldspath et de pyrite | de la Perse, de la Chine et de la Sibérie. |
| Granite avec sphène | d'Algaïola (Corse). |

| | |
|---|---|
| Granite oriental. . . . . | de l'île Éléphantine en Égypte. |
| Porphyre quartzifère et globuleux. . . | de Corse. |
| Diorite micacée (basalte égyptien). . . | d'Égypte. |
| Diorite orbiculaire. . . . . | de Corse. |
| Hypersthenite. . . . . | (antique). |
| Euphotide avec smaragdite.. . . . . | de Corse. |
| Porphyre antique, à pâte brune légèrement violette dans laquelle sont disséminés de petits cristaux de feldspath blancs. Lorsque ces cristaux sont groupés, la roche se nomme porfido-fiorito. . . . . | (antique). |
| Porphyre à fond plus clair ou plus obscur que le précédent, avec cristaux rougeâtres de feldspath. . . . | d'Elfdalen en Suède. |
| Porphyre vert avec cristaux de feldspath nommé vulgairement « Serpentine antico-orientale » . . . . . | (antique). |
| Mélaphyre ou porphyre vert antique. . | des Crocées en Grèce. |
| Brèche universelle. . . . . | d'Égypte. |

L'Exposition nous montrait en outre une collection des substances minérales de la Toscane qui sont employées à la Manufacture royale de Florence. Signalons les cailloux de l'Arno, les jaspes de Barga, les agates de Sienne, les calcédoines de Monte-Rufoli. Les carrières de jaspe de Barga sont les plus importantes ; ce sont elles qui ont fourni les jaspes qui décorent la chapelle Médicis.

Toutes les substances qui viennent d'être énumérées sont des pierres dures ; cependant on emploie aussi deux pierres tendres qui sont le calcaire carbonifère noir, bien homogène et bien compacte, venant de Dinan, en Belgique, et la malachite de Sibérie.

La collection des pierres dures employées à la Manufacture de Florence montre toutes les ressources d'ornementation qu'offre une même substance minérale ; car le jaspe et l'agate présentent des nuances qui sont, pour ainsi dire, variées jusqu'à l'infini. Considérée seule, cette collection est donc déjà très-remarquable.

Si la Manufacture royale de Florence est un établissement unique, il faut surtout l'attribuer à ses immenses richesses

en matières premières; elle possède en effet une grande quantité de pierres précieuses, de porphyres, de roches diverses, qui lui ont permis et qui lui permettront encore dans l'avenir, de poursuivre ses travaux avec ensemble pendant une longue suite d'années. La sage prévoyance de ses fondateurs l'a pourvue en abondance de pierres et de roches remarquables, qui ont une valeur inestimable, non-seulement parce qu'elles sont rares, mais encore parce que plusieurs proviennent des ruines de l'Italie et que leur gisement est maintenant tout à fait inconnu. Elle possède aussi des approvisionnements considérables de porphyre rouge antique, qui se trouve seulement en Égypte, et dont l'exploitation, depuis longtemps abandonnée, ne pourrait être reprise sans les plus grandes difficultés.

Il a paru à la XIV^e^ Classe que la Manufacture royale de Florence est un établissement unique et du premier ordre, une sorte d'école qui a conservé, pendant une longue suite d'années, les traditions du travail des pierres dures, et qui en a propagé le goût dans l'Italie tout entière.

Prenant en considération les travaux de la Manufacture royale de Florence qui sont relatifs aux constructions, la XIV^e^ Classe lui a donc décerné, comme la XXIV^e^ Classe, une médaille d'honneur.

MM. L. Tonti et G. Dupré (n° 88). — Les Égyptiens étaient parvenus à sculpter le granite de la manière la plus remarquable. Les Romains nous ont laissé également des statues en granite, et même en porphyre rouge antique.

La taille de ce porphyre présente cependant les plus grandes difficultés, elle exige beaucoup de temps et des outils d'une trempe supérieure; aussi l'art de le sculpter s'était-il perdu à la fin de l'empire romain. Des maîtres florentins et Côme de Médicis l'avaient bien retrouvé dans le moyen âge; mais à Florence même, dans ces derniers temps, il était presque entièrement oublié, sinon tout à fait perdu. En France il nous est à peu près inconnu, et parmi les ouvrages en porphyre exécutés dans notre pays, on ne connaît guère que les vases

qui ont été faits sous Louis XIV, qui, maintenant encore, servent à décorer les palais impériaux, et notamment celui de Versailles.

Aussi l'attention du Jury s'est-elle portée avec intérêt sur des sculptures en porphyre rouge antique exécutées par le professeur Giovanni Dupré. L'une d'elles était un buste ébauché de l'Empereur Napoléon Ier ; l'autre était un médaillon représentant L. Tonti, auquel est due la préparation et la trempe des ciseaux en acier qui ont servi à l'exécution du travail.

La taille de ces sculptures était aussi légère et aussi parfaite que si le porphyre eût été du marbre ; on ne saurait donc douter que l'*art de sculpter le porphyre* ne soit maintenant complétement retrouvé à Florence.

## SUÈDE ET NORWÉGE.

Manufacture royale d'Elfalden (n° 324). — La Manufacture royale d'Elfdalen, en Dalécarlie, avait envoyé à l'Exposition des objets travaillés en pierre dure, qui étaient extrêmement remarquables. Donnons sur cette importante usine quelques renseignements qui nous ont été communiqués par M. Le Play.

La création de la Manufacture d'Elfdalen remonte seulement à l'année 1788. Hagstrôm, son fondateur, y fit travailler le porphyre par une soixantaine d'ouvriers ; il le façonna en petits objets d'ornements, tels que vases, coupes, presse-papiers ; il répandit ensuite ces objets à Stockholm, où ils plurent et trouvèrent des acheteurs, malgré leurs formes un peu massives.

En 1820, le Roi Charles-Jean acquit la Manufacture d'Elfdalen, qui devint dès lors manufacture royale. Le nombre des ouvriers y est beaucoup moindre maintenant qu'en 1788. Leur salaire y est très-peu élevé, car il n'est guère que d'un franc par jour ; ce salaire très-faible est d'ailleurs une condition essentiellement avantageuse à une industrie comme celle d'Elfdalen, dans laquelle la matière première est pres-

que sans nulle valeur et tire tout son prix du nombre de journées consacrées à la travailler.

Dans l'usine d'Elfdalen, le mouvement est donné par plusieurs roues hydrauliques, qui font aller des tours, des scies et différentes machines.

Les roches qu'on y travaille proviennent des environs, et elles sont bien connues de tous les minéralogistes : ce sont essentiellement des *porphyres*.

Le plus remarquable de ces porphyres est presque entièrement formé par une pâte brun marron plus ou moins foncée, dans laquelle il y a de petits cristaux d'orthose rosé, quelquefois un peu de feldspath du 6e système et aussi des grains de fer oligiste. Il est généralement veiné par du quartz qui est accidentellement accompagné d'épidote. Le beau vase de M. le comte de Lowenhielm, qui était exposé dans la nef du Palais, était fait avec ce porphyre.

Une variété du porphyre précédent se distingue par une pâte de couleur rouge, et par la présence de grains de quartz. Il y en avait deux belles urnes de forme allongée comme les lacrymatoires.

On travaille aussi à Elfdalen le porphyre quartzifère proprement dit, formé d'orthose d'un beau rouge brique, d'oligoclase verdâtre, de quartz gris, d'horblende et de mica vert noirâtre. La plus grande des tables exposées, appartenait à ce dernier porphyre.

Signalons encore un porphyre vert d'herbe, à petits cristaux de feldspath blanc, qui renferme beaucoup de grains de quartz et qui est extrêmement dur ; il n'est employé qu'en petits fragments et seulement pour la mosaïque.

Toutes les roches précédentes sont les plus dures que l'on connaisse, et, par conséquent, leur taille et leur poli présentent beaucoup de difficultés.

On travaille encore à Elfdalen une hypérite vert noirâtre, à grands cristaux; cette roche formait deux belles colonnes ayant environ 2 mètres de hauteur.

Indépendamment des objets qui viennent d'être men-

tionnés, l'exposition d'Elfdalen présentait des *mosaïques* en porphyre. Ces mosaïques sont incrustées dans des tables qui sont elles-mêmes en porphyre ; elles sont d'ailleurs planes et formées de petits prismes quadrangulaires, comme les mosaïques de Rome.

Mais l'objet le plus digne de fixer l'attention était un petit guéridon en mosaïque, offert par S. M. le Roi de Suède à S. M. l'Impératrice des Français. Ce chef-d'œuvre du travail des porphyres les plus durs, réunissait une collection de toutes les roches des environs d'Elfdalen.

Parmi les objets les plus célèbres sortis de la Manufacture royale d'Elfdalen, nous mentionnerons encore la grande et belle vasque de porphyre qui est placée devant le château de Rosendal, dans le parc royal de Stockholm.

Depuis que la Manufacture d'Elfdalen est devenue manufacture royale, elle fabrique spécialement des objets de luxe d'un prix très-élevé. Ces objets ne sont pas livrés au commerce, mais ils sont destinés aux présents de S. M. le Roi de Suède.

En ce moment, tout le travail de l'usine est concentré sur l'exécution d'un magnifique sarcophage en porphyre qui doit renfermer le cercueil du roi Charles-Jean [1].

Si la Manufacture royale de Florence occupe le premier rang pour la mosaïque et pour la sculpture des pierres dures, la Manufacture royale d'Elfdalen travaille les porphyres sur une plus grande échelle et avec une perfection remarquable ; aussi le Jury lui a-t-il décerné une médaille de 1re classe.

— En Russie, les Manufactures impériales de Kolyvansk et d'Ekaterinenbourg fabriquent des objets en porphyre et surtout en jaspe, qui sont également très-remarquables ; l'absence de ces objets de l'Exposition universelle laissait une lacune dans l'industrie du travail des pierres dures.

Prison d'Akershuus (n° 61). — Le Directeur de la prison

[1] Renseignements communiqués par M. Brandstrom, Secrétaire général du département de l'intérieur, Commissaire de la Suède à l'Exposition universelle.

d'Akershuus, près Christiania, occupe 80 prisonniers au travail si pénible des *roches granitiques*. Jusqu'à présent, la valeur des produits fabriqués annuellement par ces prisonniers est très-faible, puisqu'elle n'est guère que de 2,000 francs ; mais, quoi qu'il en soit, la taille et le poli ne laissent rien à désirer. Tout le monde a pu admirer, dans l'exposition norwégienne, une stèle tumulaire rouge qui était en syénite zirconienne et qui produisait le plus bel effet.

### ROYAUME-UNI.

M. Mac-Donald (n° 1651). — M. Mac-Donald possède à Aberdeen, en Écosse, une usine importante, dans laquelle il travaille le *granite* avec une rare perfection.

150 ouvriers environ sont occupés à exploiter le granite, à le tailler, à le tourner, à le polir. Le mouvement nécessaire à l'usine est donné par une machine à vapeur.

Deux variétés de granite sont exploitées par M. Mac-Dónald. La première est rouge et à gros grain ; elle se trouve près de Peterhead. Elle est formée d'orthose rouge, de feldspath du 6e système, ayant une couleur rouge vif ou verdâtre. Elle renferme d'ailleurs du mica noir, ainsi que du quartz gris qui est très-abondant et quelquefois coloré en rouge par de l'oxyde de fer. Ce granite a le même aspect que le granite syénitique rouge du Ballonde Servance, dans les Vosges.

La deuxième variété de granite est grise et à petit grain. Elle se trouve à Mongruy, dans le comté d'Aberdeen. Elle est formée de quartz gris, d'orthose blanc grisâtre, de feldspath du 6e système, blanc et nacré, ainsi que de mica noir qui se réunit quelquefois en agglomérations.

Ces deux granites étaient représentés à l'Exposition par des vases et des colonnes ; tous les objets exposés étaient travaillés avec une perfection qui indique une usine puissamment organisée. Le granite gris est le plus rare, le plus durable et le plus recherché pour les statues. Il résiste bien aux intempéries et il conserve parfaitement son poli.

M. Mac-Donald travaille le granite sous toutes les formes et spécialement pour l'architecture monumentale. Il a exécuté plusieurs œuvres d'art en granite qui méritent d'être mentionnées. D'après des renseignements qui nous ont été transmis par notre collègue M. Ch. Manby, on lui doit notamment les colonnes qui sont à l'intérieur de Saint-George-Hall, à Liverpool; celles de Carlton-Club, à Londres; l'obélisque en granite rouge élevé sur le quai de l'hôtel des Invalides à Greenwich, à la mémoire du lieutenant Bellot, de la marine française; la statue de sir Charles Napier, le héros du Scinde; cette statue, qui est en granite gris, se trouve sur la place de la Parade, à Portsmouth. Mais le monument le plus important est le mausolée du comte de Kilmorey, dans le cimetière de Brompton. Son prix, qui est de 90,000 francs, paraîtra peu élevé si l'on observe que c'est peut-être l'ouvrage en granite le plus remarquable des temps modernes.

MM. Rettie (n° 1168). — MM. Rettie travaillent le *granite* d'Aberdeen en objets de bijouterie, qui reçoivent une monture en argent. Ils en font des broches, des boucles, des boutons, des épingles, des cachets, et en général tout ce qu'on fabrique en agate à Oberstein. Le granite très-micacé doit être rejeté, parce que le mica a une couleur foncée, et surtout parce qu'il ne prend pas bien le poli. La variété de granite employée de préférence est celle qui est grise et à grain fin; cependant, on se sert aussi du granite rouge à gros grain.

A Exeter, le granite du Devonshire est travaillé de la même manière [1].

Tous ces objets sont aussi délicats que le permet la matière avec laquelle ils sont exécutés; mais leurs couleurs un peu sombres et leurs formes nécessairement lourdes, se concilient mal avec les modes généralement adoptées, et doivent empêcher qu'ils soient recherchés dans la bijouterie.

— Le Royaume-Uni possède encore d'autres usines dans

[1] Ansted; Reports by the Juries, p. 565. London, 1852.

lesquelles les granites sont travaillés et polis : ce sont celles de M. J.-H. Meredith et de M. Pearce, à Truro, dans le Cornouailles.

INDE.

La Compagnie des Indes (n° 113). — Le *jade* oriental se montrait sous la forme d'objets d'ornements à la collection de la Chine et surtout à celle de l'Inde. Il avait une couleur blanc verdâtre ou grisâtre, quelquefois verte ou même entièrement blanche. Son éclat était gras, et le poli lui avait donné peu de brillant. Tous les bijoux en jade qui étaient exposés, atteignaient des prix très-élevés ; ils étaient d'ailleurs décorés de sculptures en relief exécutées avec beaucoup de délicatesse et de netteté ; aussi est-il extrêmement vraisemblable qu'on se sert du diamant pour travailler le jade.

FRANCE.

M. Bigot-Dumaine (n° 5010). — Jusque dans ces derniers temps, le travail sur le tour des pierres dures de grandes dimensions, présentait beaucoup de difficultés, et l'on était obligé, pour leur donner le poli, d'avoir recours à l'emploi très-prolongé du grès pulvérisé. Une découverte heureuse, due à M. Bigot-Dumaine, permet maintenant de tourner le granite et les pierres les plus dures avec la même netteté et la même facilité que le bois.

Il y a quelques années on découvrait, près de Bahia, au Brésil, parmi des cailloux roulés, une variété de diamant qu'on a nommé le diamant noir : ce diamant a, en effet, une couleur foncée, le plus souvent noire, quelquefois aussi verte ou brune. Il est d'ailleurs opaque, et tout à fait impropre à la bijouterie. Mais il a cependant la structure cristalline et la dureté du diamant ordinaire ; aussi les arts n'ont-ils pas tardé à s'en emparer, et ils viennent d'en faire une application très-utile.

M. Bigot-Dumaine, qui depuis vingt ans s'occupait à polir les pierres précieuses, songea à recourir au diamant

noir pour tourner le granite et les pierres dures. Après quelques essais infructueux, il réussit parfaitement en employant un diamant noir ayant 1 ou 2 centimètres de longueur qu'il enchâssa à l'extrémité d'un burin de laiton. A cause de la grande rareté du diamant, on n'avait pas encore songé à l'employer dans l'industrie en fragments aussi gros, et bien que de temps immémorial, il servît à polir et à buriner les pierres précieuses, il ne fallait rien moins que la découverte du diamant noir pour que l'idée vînt de s'en servir pour tourner des meules, des vasques ou des colonnes. Cette idée a été couronnée de succès, car lorsqu'on met sur un tour une pièce de granite, de porphyre ou de silex, quelque grandes que soient d'ailleurs ses dimensions, et qu'on en approche le diamant, il enlève, en vertu de sa grande dureté, toutes les aspérités de la pierre qui lui est présentée; et quelque dure qu'elle soit, cette pierre se laisse tourner avec la plus grande facilité.

Pour que le procédé réussisse, il est nécessaire cependant que le diamant noir soit enchâssé très-solidement dans une tige de laiton, de fer ou d'acier. A cet effet, on creuse dans cette tige un trou dans lequel on introduit le diamant; puis on ramène contre le diamant les bords de la tige. Avant de placer la pièce à travailler sur le tour, on la dégrossit d'ailleurs avec la pointerolle, et on lui donne autant que possible la forme qu'elle doit conserver.

Le procédé que nous venons de faire connaître présente plusieurs avantages. Il donne d'abord des surfaces d'une netteté beaucoup plus grande que celles qu'on pouvait obtenir jusqu'à présent. Lorsque la pièce sort du tour, il reste très-peu de chose à faire pour qu'elle prenne un poli parfait; il y a donc une économie de temps et de main-d'œuvre considérable. De plus, on n'a pas à craindre qu'il se détache de petites écailles de la surface polie, comme cela a lieu quelquefois quand on emploie la pointerolle et le grès. Enfin il n'y a pas non plus d'usure d'outils; car l'expérience a démontré que le diamant noir ne se brise pas sous les chocs auxquels il

est exposé, et qu'après une année d'usage il a perdu seulement quelques milligrammes de son poids.

Des meules en silex, des cylindres broyeurs en granite ont été tournés par ce nouveau procédé, et ils témoignent de la grande perfection avec laquelle le travail s'exécute. Des colonnes, des vasques, des pièces de toutes dimensions pourraient être travaillées de la même manière.

M. Hermann (n° 9837). — Mais c'est surtout l'exposition de M. G. Hermann qui est très-remarquable sous ce rapport. Elle nous montre, en effet, des vases et des coupes de forme très-élégante qui sont en diorite orbiculaire de Corse, en mélaphyre, en granite, en diorite, en syénite des Vosges, en brèche universelle d'Égypte et en grès rouge de Finlande.

Dans ce moment, M. Hermann termine dans ses ateliers une fontaine monumentale en granite qui sera supérieure à tous les travaux de ce genre exécutés jusqu'à présent en France. La grande vasque de cette fontaine a un diamètre de $3^{m},38$; elle sera montée sur un piédestal de granite supporté par un socle en kersanton. Le granite qui a servi à l'exécuter provient de Laber, près de Brest, de même que celui qui forme le piédestal de l'obélisque : il renferme de grands cristaux d'orthose rose qui lui donnent une structure porphyrique, et lorsqu'il est poli, il produit un très-bel effet. Ce n'est qu'avec les plus grandes difficultés que le bloc de granite nécessaire pour cette fontaine a été transporté à Paris, et un pan de mur a dû être abattu pour qu'il pût entrer dans les ateliers.

La fontaine monumentale de M. Hermann est remarquable par ses grandes dimensions, mais surtout par la finesse de ses arêtes, par la netteté de son poli et par la perfection de son travail. Sous ce rapport, elle nous a paru l'emporter sur tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour, et elle serait digne de décorer le Louvre ou les plus beaux monuments de Paris.

Le progrès important qui vient d'être réalisé dans le travail du granite sur le tour, est incontestablement dû à

l'emploi du diamant ; mais un mécanicien aussi habile que M. Hermann pouvait, seul à Paris, entreprendre un ouvrage aussi difficile que la fontaine que nous venons de décrire. M. Hermann est, en effet, le chef d'une grande usine, dans laquelle il fabrique des meules ou des cylindres de granite ainsi que des machines à broyer. La supériorité de sa fabrication lui a valu la médaille du conseil à l'Exposition de Londres. Il paraît qu'il aurait eu, de son côté, la même idée que M. Bigot-Dumaine ; il est certain qu'il a pris quelque temps après lui, un brevet pour l'emploi du diamant dans le travail des pierres dures ; mais un jugement du tribunal civil de la Seine ayant invalidé le brevet de M. Hermann, le Jury a dû considérer M. Bigot-Dumaine comme l'inventeur d'un procédé qui permet de travailler facilement sur le tour le granite, le porphyre et les pierres les plus dures, quelles que soient leurs dimensions : il lui a donc décerné une médaille de 1re classe.

M. R.-J. Colin (n° 153). — M. Colin dirige à Épinal une marbrerie très-importante dans laquelle on travaille, non-seulement les calcaires, mais encore les serpentines et toutes les pierres dures des Vosges. Il exploite d'ailleurs lui-même les carrières fournissant les matériaux qui sont tournés, sciés et polis dans son usine. Ces matériaux sont *les roches feldspathiques*, les *serpentines*, les *calcaires*.

Nous n'avons à nous occuper ici que des *roches feldspathiques*, parmi lesquelles nous signalerons le *granite*, la *syénite*, les *porphyres* [1].

Le *granite* provient tantôt de Cornimont, tantôt de la vallée de la Bresse. Au Tholy on en trouve une variété rouge qui est d'un assez bel effet. A Clefcy, on exploite une variété de granite qui est complétement dégradée ; le quartz et l'orthose ont presque entièrement disparu ; l'hornblende, le mica et le feldspath du 6e système sont au contraire devenus très-abondants. Il en résulte une roche noirâtre, ressemblant

[1] Annales des Mines, 4e série, t. XII, p. 195-283 ; t. XIII, p. 667 ; 5e série, t. III, p. 370.

complétement à celle qu'on a nommée à tort *basalte égyptien*, qui a servi le plus souvent à sculpter la déesse Pacht de l'ancienne Égypte. Cette roche est une diorite micacée; elle se taille et se scie très-facilement; de plus, elle est solide, et elle résiste fort bien à l'action de l'air, mais elle prend mal le poli, à cause de la grande quantité de mica qu'elle contient. Sa couleur noire la fait rechercher pour les monuments funéraires.

La *syénite* des ballons des Vosges est également travaillée à Épinal. On l'extrait à Saint-Maurice, au pied du ballon d'Alsace et dans la vallée des Charbonniers. Elle est connue sous le nom de *granite feuille-morte*, et on l'a employée autrefois pour daller le portique de l'église Sainte-Geneviève (Panthéon).

Au ballon de Servance, la syénite prend une belle couleur rouge, et elle se rapproche alors du *granite oriental* de l'Égypte.

Les *porphyres* travaillés à l'usine d'Épinal sont les *mélaphyres* de Belfahy et de Ternuay, dans la Haute-Saône; ce dernier a une très-belle couleur verte, et il a été employé au tombeau de l'Empereur Napoléon I^er^.

Le mélaphyre de Belfahy a une pâte de couleur vert noirâtre dans laquelle sont disséminés des cristaux verdâtres de feldspath labrador; il rappelle le porphyre vert antique de la Grèce. Récemment on a trouvé, à Bourbach-le-Haut, une belle variété de ce mélaphyre, qui a une pâte vert violacée et de grands cristaux de feldspath vert clair; on y voit aussi des grains d'augite noir et du fer oxydulé. Tous ces *mélaphyres* prennent très-bien le poli et ils sont d'un très-bel effet. Il est regrettable qu'ils ne soient pas employés plus souvent dans la décoration.

Les roches que nous venons d'énumérer sont toutes travaillées à l'usine d'Épinal. Le moteur est une roue hydraulique ayant une force de 9 chevaux. Cette roue donne le mouvement à des châssis armés de lames qui servent à équarrir les blocs et à les débiter en tranches. Il y a aussi

une machine qui prépare le polissage du marbre. 25 ouvriers sont occupés dans l'usine et 7 au dehors.

Le prix de vente du mètre carré des principales roches travaillées à l'usine est donné par le tableau suivant; on peut voir qu'il est très-peu élevé :

| | |
|---|---|
| Granite porphyrique ou grenu. . . . . | 100 fr. |
| Syénite rouge et syénite feuille-morte. . . . . | |
| Diorite micacée de Clefcy. . . . . | 45 |

L'usine d'Épinal est du très-petit nombre de celles dans lesquelles on travaille les roches feldspathiques, et ce progrès date de 1845, époque à laquelle M. Colin vint en prendre la direction. Il est donc dû entièrement à l'initiative et à l'habileté de M. Colin, qui, avec ses seules ressources, est parvenu à reconstituer une industrie difficile, perdue dans les Vosges depuis 1803, et qui, dans d'autres pays, est le plus généralement soutenue par les subventions des gouvernements.

Parmi les travaux exécutés jusqu'à présent par M. Colin, on peut citer les monuments élevés sur deux places publiques de Nancy, à Mathieu de Dombasle et au général Drouot; ces travaux suffisent pour faire voir qu'il pourrait, dès à présent, en aborder de plus importants, soit pour nos monuments publics, soit pour les palais impériaux.

M. Colin a reçu une médaille d'argent à l'Exposition nationale de 1849, et une *prize medal* à l'Exposition universelle de Londres.

Le jury de 1855 a pensé qu'il était digne, à tous égards, de la médaille de 1re classe.

M. Hermann (n° 9837), M. Bertolucci (n° 4256). — La *diorite orbiculaire* de Corse se montrait à l'Exposition sous forme de vases et de coupes, mais surtout dans les mosaïques.

M. Hermann avait exposé de belles coupes en diorite orbiculaire, et M. Bertolucci une urne de petite dimension faite avec la même roche.

On la retrouvait très-fréquemment dans les mosaïques de Rome et de Florence. Il y avait notamment une table mosaïque de M. Bianchini, de Florence, dont la plus grande

partie était en diorite orbiculaire. Nous la signalerons également dans deux tables mosaïques de M. Dies, de Rome.

La structure globuleuse de la diorite orbiculaire est d'un effet très-agréable à l'œil; cependant, comme ses lamelles d'amphibole sont un peu ternes, il est nécessaire qu'elle soit polie avec le plus grand soin [1].

### ALGÉRIE.

L'Algérie présentait une *euphotide serpentineuse* (n° 1038), qui provient du mont Filfila, dans la province de Constantine. Elle a une couleur vert-foncé et tirant sur le vert olive. Elle est formée par une pâte verte pétrosiliceuse, dans laquelle il y a des lamelles de diallage vert noirâtre et des veinules gris d'acier, de fer oxydulé. Ses lamelles de diallage ne prennent pas très-bien le poli, et cette roche est difficile à travailler, comme toutes les roches feldspathiques; mais elle est d'un bel effet, et si l'on en trouve des blocs de dimensions suffisantes, elle pourra servir utilement dans la décoration.

### GRÈCE.

Dême des Crocées (n° 6). — L'exposition grecque nous montrait une roche très-remarquable et qui, jusqu'à présent, n'est connue que dans la Grèce : c'est le marbre lacédémonien ou le *porphyre vert antique.* Ce porphyre a une belle couleur verte; il contient des cristaux de feldspath labrador verdâtre et quelques grains d'augite noir; c'est donc un *mélaphyre.* On a retrouvé ses anciennes carrières près des Crocées, entre Sparte et Marathon. Les Grecs, et surtout les Romains, l'ont exploité en très-grande quantité et l'ont répandu dans tout l'empire; il se rencontre, en effet, dans les ruines des villes de l'ancienne Gaule qui remontent à l'époque de la domination romaine [2].

[1] Annales de Chimie et de Physique, 3e série, t. xxiv.

[2] Annales des Mines, 4e série, t. xii, p. 195. Boblaye et Virlet (Expédition scientifique de Morée. — Minéralogie).

PORTUGAL.

M. Dejeante (n° 16).—M. Dejeante avait exposé parmi les marbres du Portugal un *porphyre* à pâte vert noirâtre contenant des cristaux blancs et allongés qui ont tous les caractères de l'albite. Ce porphyre prend un éclat vitreux très-vif sous le poli; il ressemble d'ailleurs à certaines variétés vertes de porphyre d'Elfdalen, qui paraissent également albitiques. Il est quelquefois pénétré par de l'épidote.

— Parmi les roches feldspathiques du Portugal, nous signalerons encore une espèce de *kersanton* vert-olive jaunâtre, à teinte sale. Cette roche, qui est en partie décomposée, serait facile à travailler, mais elle prend mal le poli et elle ne pourrait servir à la décoration.

ÉGYPTE.

S. H. le vice-roi d'Égypte (n° 1). — S. H. le vice-roi d'Égypte avait envoyé des blocs de la *brèche universelle*, nommée en Italie *breccia verde d'Egitto* (brèche verte d'Égypte).

« La brèche universelle, dit M. Jomard, tire son nom » d'une quantité de fragments roulés appartenant à des » roches très-diverses, savoir : granites, porphyres, pe- » trosilex et autres. Ces fragments arrondis, d'une couleur » rose, grise, verdâtre, noire, etc., ont une grande du- » reté; ils sont enveloppés dans une pâte de petrosilex ver- » dâtre qui n'est pas moins dure.

» Les carrières dans lesquelles on exploitait la brèche » universelle ont été découvertes par les minéralogistes de » l'expédition d'Égypte, à une douzaine de lieues à l'est de » Kéné, dans la chaîne arabique, non loin de la vallée de » Kosseir et du chemin allant du Nil à la mer Rouge. Les » Égyptiens en ont extrait des blocs de très-grandes dimen- » sions, tels que le sarcophage antique, dit d'Alexandre, qui » a 15 mètres de tour, et qui est couvert d'hiéroglyphes et » de sculptures délicates. Les Romains ont enlevé d'Égypte

» un grand nombre de monuments de l'époque pharaonique, » mais ils ont eux-mêmes exploité et travaillé cette brèche. » On peut regarder la brèche universelle d'Égypte comme » une des matières les plus dures, les plus riches en couleurs » et les plus belles qui existent sur le globe.

» La brèche universelle succède avec les montagnes de » poudingue quartzeux au grès qui forme le corps de la » chaîne arabique. »

Le musée du Louvre renferme plusieurs objets qui sont en brèche universelle d'Égypte ; nous citerons notamment des vases, des colonnes et une statue de prisonnier barbare. Ces objets datent de l'époque romaine.

La variété de la brèche universelle, qui paraît surtout avoir été recherchée par les anciens, est celle dont la couleur est verte ; elle est essentiellement formée de fragments de pétrosilex et de schiste argileux ; elle ne contient que rarement des cailloux de granite qui sont d'une dureté plus grande que le reste de la roche et qui rendent par suite son travail difficile.

La brèche universelle n'est pas une roche qui se trouve uniquement en Égypte, elle est même assez répandue. Ainsi l'exposition grecque nous montrait une brèche pétrosiliceuse à peu près semblable, formée de fragments de roches feldspathiques à couleurs variées. A l'exposition belge (n° 39), il y avait aussi un bloc poli d'une brèche pétrosiliceuse du Hainaut ; toutefois elle n'avait pas la belle couleur verte qui paraît avoir fait rechercher spécialement la brèche de l'Égypte. Dans le terrain dévonien, au sud des Vosges, près de Thann et de Guebwiller, on trouve aussi des roches qui prennent bien le poli et qui ressemblent beaucoup aux précédentes ; ces roches ont toutes une origine sédimentaire ; elles sont formées de fragments légèrement arrondis et feldspathiques, réunis par un ciment qui est lui-même feldspathique.

— Il existe dans la chaîne arabique un *micaschiste* contenant des *émeraudes* exploitées anciennement par les Égyptiens. Ces émeraudes étaient façonnées en une multitude

de petits objets que nous trouvons en grand nombre dans le musée égyptien du Louvre ; elles servaient de matériaux de décoration : à ce titre il n'est donc pas sans intérêt de dire quelques mots de leur gisement.

Les émeraudes de l'Égypte étaient exploitées au sud-est du mont Zabarah, à quelques lieues de la mer Rouge. De même qu'en Bohême et dans le Salzbourg, elles sont répandues dans un micaschite, renfermant beaucoup de mica brun tombac ; elles se sont plus spécialement développées dans des filons qui pénètrent le micaschiste et qui sont essentiellement formés de quartz. Il y a dans ces filons du fer oligiste, du mica blanc argenté, de l'albite. Les émeraudes envoyées à l'Exposition avaient seulement quelques centimètres de longueur ; mais elles étaient d'ailleurs bien transparentes, et leur couleur verte était très-belle.

Les anciens Égyptiens avaient exploité ces émeraudes par des galeries souterraines très-étendues ; mais depuis la découverte des mines d'émeraudes si riches de la Nouvelle-Grenade, de l'Oural, de la Sibérie, du Pérou, du Brésil, il est très-peu probable que la reprise de l'exploitation puisse présenter quelque avantage, en sorte que les mines d'émeraudes de l'Égypte n'ont plus qu'un intérêt historique.

### RÉPUBLIQUE DE GUATEMALA.

La Société économique de Guatemala (n° 3).—La république de Guatemala possède des mines d'*émeraudes* qui ont été exploitées par les Indiens dès les temps les plus reculés.

La roche à émeraudes qu'ils recherchaient, est un quartz blanc, quelquefois associé au feldspath et plus ou moins pénétré par de l'émeraude qui lui donne une très-belle couleur verte. Cette roche forme des filons dans un *micaschiste* qui ressemble tellement au micaschiste contenant les émeraudes qui était à l'Exposition égyptienne, qu'il eût été impossible de l'en distinguer.

La Société économique de Guatemala avait envoyé plusieurs objets taillés et polis qui étaient en quartz pénétré

d'émeraude. Leur examen offrait le plus grand intérêt pour le minéralogiste, aussi bien que pour l'archéologue. Ces objets étaient des animaux, des amulettes, des plaques perforées et sculptées. Les sculptures qui s'y trouvaient représentées étaient assez grossières, et elles révélaient assurément l'enfance de l'art; mais le travail même et le poli d'une matière si dure étaient tellement remarquables qu'ils eussent fait honneur au meilleur lapidaire de l'Italie. Il y avait en effet des plaques percées et découpées à jour, ainsi que des anneaux ayant une épaisseur de huit centimètres, dont l'exécution est un véritable problème, si on songe aux moyens très-bornés qui sont à la disposition des sauvages. Il est possible que la taille et la perforation aient été exécutées avec l'émeraude elle-même, car sa dureté est supérieure à celle du quartz. L'émeraude a pu servir aussi à donner le poli. Quoi qu'il en soit, un temps très-considérable a nécessairement dû être consacré au travail de ces objets, qui sont un chef-d'œuvre de l'art chez les sauvages.

## ROCHES FELDSPATHIQUES NON POLIES.

Il n'existe pas de limite tranchée entre les roches feldspathiques polies et les roches feldspathiques non polies. Cependant, tandis que les premières s'emploient dans la décoration, les deuxièmes s'emploient seulement dans l'architecture. De plus, tandis que le polissage du granite demande des usines assez perfectionnées, sa taille se fait au contraire dans le chantier ou sur la carrière, et elle constitue une industrie très-simple.

Nous allons passer en revue les exposants qui avaient envoyé des **roches feldspathiques non polies.**

### FRANCE.

M. Lepelletier (n° 4398). — M. Lepelletier exploite les *granites* de l'ouest de la France sur la plus grande échelle. Ce sont les granites gris, fortement micacés et à grain fin,

de Vire, de Saint-Brieuc et de Sainte-Honorine, le granite blanc, à petit grain, du bois du Gast, près Saint-Sever, le granite porphyroïde, amphibolique et à gros grain, de Flamanville.

Le nombre des ouvriers employés à l'exploitation, sur les côtes, s'élève à 1,200; à Paris, une vingtaine seulement travaillent dans les ateliers. Le salaire dépasse 5 francs à Paris, mais sur les côtes il varie de 2 à 4 francs. Le granite s'exploite avec des coins et se taille avec des pics, des pointerolles, des marteaux. Le mètre cube de granite, destiné à des monuments, revient, rendu à Paris, de 160 à 200 francs. Les pierres prêtes à être posées et taillées sur les parements extérieurs, pour soubassements ou pour trottoirs, pourraient être livrées au prix de 140 à 160 francs le mètre cube. Actuellement, les frais de transport sont de 25 francs par tonne, mais on espère que ce prix se réduira par l'emploi du réseau des chemins de fer normands.

La valeur des produits fabriqués annuellement s'élève à 550,000 francs.

Tous les granites des côtes de Normandie et de Bretagne qui viennent d'être énumérés, sont homogènes et bien compactes. Lorsque leur grain est fin, ils se taillent avec plus de facilité que la plupart des granites. Ils se laissent débiter en larges dalles, qui sont employées pour les trottoirs de Paris. Ils servent aussi pour soubassements, marches d'escaliers, vestibules, et alors ils remplacent avantageusement la pierre calcaire qui se détruit et s'use beaucoup plus rapidement. Ils peuvent être obtenus en blocs de toutes dimensions; l'on en trouve même permettraient de faire des obélisques plus grands que celui de la place de la Concorde.

Ces granites sont très-propres à la confection des meules; ils servent beaucoup à cet usage à Paris, et c'est même en partie sur les côtes de France que sont fabriquées celles qu'on emploie en Hollande, dans le nord de l'Allemagne, dans la Baltique et en Russie. Chaque année, M. Lepelletier fabrique environ 180 meules.

Dans le nord-ouest de la France, les granites sont employés à la construction des grands travaux publics, tels que les jetées, les ports de mer, les bassins à flot, les phares, les ponts, les écluses, et même les églises. Ainsi, par exemple, on construit en granite à Coutances, à Saint-Malo, à Granville, à Avranches, et quelquefois même à Caen. La fameuse abbaye du mont Saint-Michel, qui est célèbre par son architecture hardie et délicate, est entièrement construite en granite de Normandie.

Dans la nef de l'Exposition universelle, on pouvait remarquer une belle fontaine monumentale en granite. Le granite avec lequel elle a été exécutée, est gris bleuâtre et riche en mica brun noirâtre; il provient des côtes du département de la Manche. La vasque supérieure est d'une seule pièce, et son diamètre est de $3^{m},12$; un pied sculpté de $1^{m},90$ de hauteur la supporte. Cette fontaine, qui sort des ateliers de Paris, a été exécutée sans le secours du tour, et uniquement avec le marteau, le poinçon et le ciseau. Elle était cotée au prix de 10,000 francs.

M. Legorgeu (n° 4397). — M. Legorgeu a exposé une belle pyramide en *granite*, devant servir de mausolée à M. Deslongrais, ancien membre de nos assemblées et maire de Vire.

Le granite de Vire est gris, à grain fin, riche en mica; il se taille facilement, et certaines variétés sont même très-tendres. Il est bien connu par son emploi pour les trottoirs de Paris. Dans les ateliers de M. Legorgeu, ce granite est travaillé au ciseau, au poinçon, au marteau et à la boucharde. Le prix de revient d'un mètre cube, transporté de la carrière à Vire, est de 70 francs. La taille des parties planes coûte 25 francs le mètre carré; celle des moulures coûte, suivant leur complication, de 20 à 30 francs le mètre courant. Le granite de Vire, a été employé au XII^e^ siècle à la décoration de Notre-Dame de Vire et il s'est conservé sans aucune altération.

M. Lebel (n° 7861). — M. Lebel a exposé un mausolée exécuté avec le *granite* de Saint-Sever, dans le Calvados. Il

exploite et travaille le granite pour les constructions. Il occupe une trentaine d'ouvriers, qui reçoivent de 1 fr. 50 cent. à 2 fr. 50 cent. par jour.

Le Département du Calvados (n° 4274).—Le département du Calvados avait envoyé une collection de ses *granites* provenant des carrières du Gast, du Hérisson et des environs de Vire; ces granites sont employés dans les constructions, et nous avons vu qu'ils servent aussi pour les trottoirs de Paris.

Il y avait en outre de la *pegmatite* grenue, à deux micas, des carrières d'Autremont et de Bellière, dans l'arrondissement de Vire; cette pegmatite est employée pour l'empierrement des chaussées.

M. Lévêque (n° 4314).—M. Lévêque a présenté un échantillon du *granite* amphibolique de la carrière des Lucs (Vendée). Ce granite est celui qui forme le piédestal de la statue de l'Empereur Napoléon, à Napoléon-Vendée.

M. Béraud (n° 4255). — M. Béraud, marbrier au Puy, avait envoyé diverses roches feldspathiques qui servent de pierre à bâtir dans la Haute-Loire :

| | Poids spécifique. | Prix. |
|---|---|---|
| | | fr. |
| *Granite* de Jagonnas. . . . . | 2,70 | 35 |
| *Trachyte* de la Pradette. . . . . | 2,60 | 34 |
| *Trachyte* de Monatte. . . . . | 2,60 | 30 |
| *Brèche volcanique* de Denise. . . . . | 1,90 | 12 |

Ces prix, qui sont très-bas, sont ceux du mètre cube pris à la carrière.

Une variété de la brèche de Denize, qui est réfractaire et très-légère, puisque son poids spécifique est seulement de 1,60, se paye au prix de 14 francs. Elle s'emploie spécialement pour construire les fours de boulanger.

La grande rareté des roches calcaires, dans le département de la Haute-Loire, oblige à se servir des roches granitiques et volcaniques dans les constructions.

MM. Poilleu, Hernot (n° 7857).—Le *kersanton* de la rade de Brest, qui a été exploité autrefois sur une grande échelle, et qui a servi à construire un grand nombre d'églises gothiques dans la Bretagne, était seulement représenté à l'Exposition par quelques sculptures. Il y avait un Christ en kersanton de M. Poilleu, et un bénitier de M. Hernot. Cette roche se laisse tailler avec facilité; elle conserve ses arêtes parfaitement vives, même après plusieurs siècles d'exposition à l'air; elle prend seulement une couleur gris de fonte. Son prix de revient est peu élevé, puisqu'à Brest le mètre cube rendu sur le chantier coûte moins de 25 francs.

Le kersanton est rare, et de même que toutes les roches très-micacées, il prend assez mal le poli; mais la facilité de sa taille et sa durée séculaire doivent le faire ranger parmi les matériaux de construction les plus remarquables que fournissent les roches feldsphatiques.

### COLONIES FRANÇAISES.

Algérie. — Au cap de Fer, dans le cercle de Philippeville (province de Constantine), on emploie un *porphyre trachytique* pour les constructions. Il a une couleur blanche verdâtre; on y distingue de l'orthose, du quartz et du mica vert noirâtre. Il est d'un bon usage et il se taille assez facilement comme la plupart des roches trachytiques.

Martinique. — La Martinique offrait une pierre à filtrer en *lave* poreuse.

Guadeloupe. — La Guadeloupe exposait de nombreux instruments de sauvages, faits en *roches feldspathiques;* ces instruments, dont la taille présente de très-grandes difficultés, sont quelquefois creusés et évidés d'une manière remarquable.

Réunion. — Parmi les matériaux de construction envoyés de Saint-Denis dans l'île de la Réunion, nous avons remarqué une *lave* noire scoriacée, avec péridot, qui est employée comme pierre à bâtir (n° 67). Elle est caverneuse comme une meulière, et par conséquent elle prend bien

le mortier ; elle se laisse d'ailleurs tailler ou piquer avec facilité, et les échantillons de l'Exposition avaient reçu la forme de briques très-régulières.

Une autre *roche volcanique*, bréchiforme, plus tendre que la précédente, avait été taillée en piédestal de colonne ; elle provenait de Saint-André.

Établissements français dans l'Inde (n° 141). — La Société d'agriculture, de commerce et d'industrie de Karikal, avait envoyé deux petits cubes polis, l'un de *granite*, contenant du corindon, l'autre de *diorite micacée* noire, très-riche en fer oxydulé. Ces deux roches provenaient de Trichenapally.

### ROYAUME-UNI.

La Compagnie du granite de Cheswring (n° 863). — La Compagnie du granite de Cheswring (Cheswring granite company) exploite le *granite* de Cheswring, à 5 milles au nord de Liskeard, en Cornouailles.

Ce granite était représenté à l'Exposition par un piédestal de cadran solaire. Il a une couleur blanche. Il est formé d'orthose opaque, blanc de lait et de quartz gris. Il contient deux micas, l'un noir, l'autre blanc ; mais il n'en renferme qu'une très-petite quantité. Il s'écrase un peu sous le marteau, et se laisse tailler facilement.

La compagnie de Cheswring occupe environ cent ouvriers. Leur salaire varie de 3 fr. 40 cent. à 5 fr. 65 cent. Le granite est exploité avec un pic ordinaire pesant de 2 à 10 kilogr. On évite autant que possible l'emploi de la poudre.

Le prix de revient du pied carré varie beaucoup suivant la nature de l'ouvrage exécuté ; il est compris entre 0$^{f}$,42 et 1$^{f}$,56.

La quantité exploitée annuellement est de 85,000 pieds cubes. Le prix du pied cube, rendu sur le port, est de 0$^{f}$,35 à 0$^{f}$,45.

C'est avec le granite de Cheswring qu'on a construit le pont de Waterloo à Londres. En ce moment, il est em-

ployé pour le nouveau pont de Westminster, ainsi que pour les docks exécutés par le gouvernement, à Copenhague. Il peut se transporter facilement au loin par des chemins de fer, par des canaux et surtout par la mer.

### SUÈDE.

M. Olander (n° 212). — M. Olander exploite le *granite* à grain très-fin de la carrière d'Hufondsta, à 3 kilomètres au nord de Stockholm. Ce granite ressemble à celui de Malmön. Il se taille très-facilement, et c'est assurément une des variétés de granite les plus propres aux constructions.

Lorsqu'il est taillé, il est gris blanchâtre ; mais lorsqu'on le polit, il prend une couleur grise parsemée de noir. La carrière d'Hufondsta occupe soixante-dix ouvriers. Ces ouvriers sont payés à la tâche, et ils reçoivent de 3 francs à 12 francs par mètre carré de granite taillé.

Une croix en granite, montée sur un socle, était cotée au prix de 1,600 francs.

M. Hoffman (n° 331). — M. Hoffman avait également exposé une croix de *granite*, à grain très-fin, provenant de la ferme royale de Swartsjó, près de Stockholm. Il y avait joint une collection des granites qui sont employés en Suède dans les constructions. Cette collection comprenait, outre le *granite* précédent, un *granite* à gros grain de Swartsjó ; un granite noir grenatifère de la province Gefle ; un *granite* rouge d'Ingmarshof, près de Stockholm.

On peut estimer que le pied cube de granite taillé et poli, sans moulures, revient, à Stockholm, à 16 rixdalers suédois.

— Un exposant de la Suède avait présenté un *gneiss* micacé et grenatifère, qui sert à fabriquer des meules.

### WURTEMBERG.

M. Wagner (n° 92). — M. Wagner avait exposé une collection des *granites* du Wurtemberg, employés dans les constructions et dans les monuments. Cette collection comprenait :

Le *granite* de Rœthenberg, près d'Alpirsbach. Il a été employé à la colonne du Jubilé, élevée à Stuttgart.

Le *granite* d'Enzklœsterle, près de Wildbach. Il décore le monument de Schiller, à Stuttgart. Sa résistance à l'écrasement est, par pouce cube, de 7,917 livres.

Le *granite* de la vallée de la Murg et du Rauhfelsen, qui est à grain très-fin.

Le *granite* de Schramberg.

Tous ces granites prennent bien le poli et sont propres aux constructions monumentales. On s'en sert aussi comme meules pour la deuxième mouture de la farine[1]. Leur densité moyenne est de 2,64. On peut estimer que le prix du pied cube taillé revient à 1 florin. Le prix du pied cube poli s'élève à 2 et même à 3 florins.

### ÉTATS SARDES.

L'Institut technique de Turin (n° 2). — L'Institut technique de Turin présentait plusieurs roches feldspathiques des États sardes qui sont assez belles et qui ont quelquefois été employées dans la décoration. Nous mentionnerons parmi ces roches :

Le *granite* de Baveno, qui est formé d'orthose rose, de feldspath blanc, de quartz gris et de mica noir;

Le *granite* de Mergozzo, qui diffère du précédent par la couleur blanche de son orthose;

Le *porphyre* brun rouge de l'île Santo-Antioco, près Iglesias. Par la couleur de sa pâte, il ressemble beaucoup au porphyre rouge antique, mais l'éclat vitreux de son feldspath indique que c'est un porphyre trachytique;

L'*euphotide* avec smaragdite vert émeraude se trouve en blocs erratiques aux environs de Turin.

Près de Levante il existe aussi des *euphotides serpentineuses* qui sont très-belles; signalons spécialement celle qui est à Grande e Nossora, commune de Bonnassola. Elle contient

[1] Catalogue descriptif du royaume de Wurtemberg, p. 24.

du fer oxydulé ainsi que des lamelles de diallage métalloïde. Sa couleur verte rappelle celle du mélaphyre vert antique.

BELGIQUE.

MM. Tacquenier (n° 334). — MM. Tacquenier exploitent le *porphyre* de Lessines pour la fabrication des pavés. Ce porphyre est presque entièrement formé par un feldspath du sixième système, qui est l'oligoclase. Cependant il peut contenir aussi du quartz, de la chlorite, du mica, de l'hornblende [1]. C'est une roche feldspathique des plus compactes et des plus tenaces qu'il soit possible de trouver. Il résiste très-bien à l'air, au choc et à l'écrasement. Lorsqu'on s'en sert pour pavés, il ne s'égrène pas comme cela a lieu pour certains grès. De même que toutes les roches feldspathiques employées au pavage, il a cependant l'inconvénient de se polir par l'usure et de devenir très-glissant; mais on remédie à cet inconvénient en employant des pavés de la plus petite dimension.

L'exploitation du porphyre de Lessines remonte à 1750; elle est très-considérable et elle occupe jusqu'à 500 ouvriers. Ces ouvriers reçoivent un salaire de 1 franc 10 cent. à 3 francs par jour. Les carrières ont atteint une profondeur de 52 mètres. Des chemins de fer posés sur des plans inclinés et une machine à vapeur de 30 chevaux servent à l'enlèvement des matériaux de l'exploitation.

Voici quels sont les prix des pavés non retaillés :

| Dimensions des pavés. | Prix du mille. |
|---|---|
| 0m,16 sur 0m,18. . . . . | 100 fr. |
| 0 ,14 sur 0 ,16. . . . . | 80 |
| 0 ,12 sur 0 ,14. . . . . | 60 |

Brisé en fragments, le porphyre de Lessines donne d'excellents matériaux pour l'empierrement des chaussées. Il se vend alors au prix de 7 francs le mètre cube.

[1] Sur le porphyre de Lessines et de Quenast (Bulletin de la Soc. géologique, 2e s., t. VII, p. 310).

La production annuelle des carrières de Lessines est de 7,000,000 de pavés de toutes dimensions.

La production du porphyre brisé est à peu près de 10,000 mètres cubes. Ce chiffre serait facilement décuplé, si les achats étaient faits à la carrière même.

L'exploitation de Lessines, qui se trouve à proximité de voies navigables et de chemins de fer, est très-bien placée pour répandre ses produits au loin. Ses débouchés sont jusqu'à présent la Belgique, la Hollande et la France. Depuis quelques années, on a commencé à employer le porphyre de Lessines au pavage des rues de Paris.

M. Zaman (n° 346). — M. Zaman exploite depuis dix ans les carrières de *porphyre* de Quenast, auxquelles il a donné beaucoup de développement.

La composition minéralogique de ce porphyre est absolument la même que celle du porphyre de Lessines; on l'emploie d'ailleurs aux mêmes usages. Les pavés qu'on fabrique à Quenast sont de six échantillons, dont voici les dimensions à la face supérieure :

| | | |
|---|---|---|
| 1er | échantillon. . . . . | 0m,18 sur 0m,20 |
| 2e | —— . . . . . | 0 ,16 sur 0 ,18 |
| 3e | —— . . . . . | 0 ,14 sur 0 ,16 |
| 4e | —— . . . . . | 0 ,12 sur 0 ,14 |
| 5e | —— . . . . . | 0 ,10 sur 0 ,12 |
| 6e | —— . . . . . | 0 ,08 sur 0 ,10 |

A la face inférieure ils sont plus petits de 3 à 4 centimètres. Leur hauteur est égale à leur tête.

Le prix de 1,000 pavés non retaillés ne dépasse pas 140 fr., et il peut s'abaisser jusqu'à 30 francs. Pour les pavés retaillés, il faut compter en sus, de 15 fr. à 150 fr., soit environ 140 fr. pour les dimensions les plus habituelles. La production annuelle s'élève à 10,000,000 de pavés.

L'exploitation de pavés de Quenast est très-heureusement située, car elle se trouve à 6 kilomètres du canal de Charleroi, auquel elle est reliée par un chemin de fer spécial desservi par des locomotives. Ses débouchés sont la

Belgique, la Hollande, Paris et les départements du nord de la France.

TOSCANE.

Institut technique (n° 2). — Le *trachyte* de la Toscane est employé comme pierre réfractaire. On s'en sert notamment pour les fourneaux à cuivre de la Briglia.

Les *micaschistes* jurassiques du Cardoso et de Camaïore dans les Alpes apuennes, sont également très-réfractaires; ils s'emploient même pour la chemise intérieure des hauts fourneaux [1].

M. Carpi (n° 15). — M. Carpi a exposé une meule à moudre en *euphotide.* Cette euphotide est très-feldspathique et elle contient de grands cristaux de diallage; elle provient du Monte Ferrato.

MEXIQUE.

Départements de Mexico et du Guanajuato (n^os 7 et 9). — Une grande partie de Mexico est construite avec une *lave* très-bulleuse que l'on nomme dans le pays *tezontle.* D'après M. Virlet cette lave est associée aux dernières éruptions basaltiques. Elle a une couleur noire, brun foncé, rouge ou violâtre; elle est extrêmement légère, se taille facilement, et comme elle présente un grand nombre de cavités, le mortier y adhère parfaitement bien.

Lorsqu'on pulvérise cette lave bulleuse et qu'on la mélange à de la chaux, on obtient un mortier hydraulique d'excellente qualité. Les propriétés hydrauliques de ce mortier étaient déjà connues des Indiens qui habitaient le Mexique à l'époque de la conquête, car ils l'employaient pour leurs aqueducs. Comme le *tezontle* joue le rôle d'une pouzzolane, on comprend que la chaux interposée entre ses joints doit se combiner chimiquement aux parties avec lesquelles elle est en contact; il se produit donc une liaison beaucoup plus intime que cela n'aurait lieu avec une autre pierre

[1] Note transmise par M. Meneghini.

ayant simplement une structure très-caverneuse ; par suite, il n'est pas étonnant que les constructions exécutées en *tezontle* aient une durée presque indéfinie. L'expérience a même montré que les murailles en *tezontle* deviennent, au bout d'un certain temps, de véritables monolithes, et qu'il est fort difficile de les détruire avec le canon.

A Mexico on se sert généralement du tezontle comme moellon, et du *porphyre trachytique* comme pierre d'appareil.

Une *ponce scoriacée*, qui est encore plus légère que le tezontle, sert aussi à bâtir dans les environs de Mexico.

— A Guanajuato, on emploie généralement un *trachyte* violâtre, qui est également une pierre de construction légère.

— Le Musée des antiquités américaines au Louvre renferme un grand nombre d'œuvres d'art des anciens habitants du Mexique, et l'on y retrouve les différentes roches volcaniques desquelles nous venons de parler. Nous y avons remarqué notamment des idoles et des statues grotesques faites en *tezontle* ou en *porphyre trachytique*.

## 6. — ARDOISES.

Les exposants d'*ardoises* étaient au nombre de 40 ; 18 de ces exposants, c'est-à-dire la moitié environ, appartenaient à la France, 8 au Royaume-Uni et au Canada, 3 aux États-Sardes, 2 à l'empire d'Autriche, 2 au duché de Nassau, 2 à la Suède et à la Norwége, 1 à la Prusse, 1 à la Belgique, 1 à l'Espagne, 1 aux États-Unis et 1 à la Chine.

L'exposition de la France était assez complète, et elle permettait d'apprécier l'état de cette industrie dans notre pays. Nos deux centres principaux d'exploitation, l'Anjou et les Ardennes, y étaient bien représentés. La société des ardoisières d'Angers, qui résulte de la fusion des ardoisières de l'Anjou, est celle dont la production annuelle est la plus considérable ; elle fabrique, en effet, 142,000,000 d'ardoises. Les ardoisières des Ardennes, qui viennent ensuite,

comprennent les ardoisières de Rimogne, de Fumay et de Deville. Rimogne exploite 51,000,000 d'ardoises, Fumay 45,000,000, Deville 28,000,000. La production annuelle dans les Ardennes est donc de 124,000,000 ; par conséquent elle est inférieure de plus du dixième à celle de la société d'Angers. D'autres exploitations d'ardoises, moins importantes que les précédentes, étaient aussi représentées à l'Exposition ; ce sont celles de la Sarthe et de la Mayenne, du Finistère, du Calvados, de la Corrèze et des Landes.

La France est un des pays les plus riches en ardoises. En 1854, l'importation a été seulement de 3 millions et demi d'ardoises représentant 115,145 fr. ; il faut y ajouter des ardoises en tables et carreaux pour une valeur de 9,098 fr. ; en tout, la valeur de l'importation est donc seulement de 124,243 fr.

Parmi les grandes exploitations du Royaume-Uni, nous n'avons à signaler que celle de Port Madoc. Plusieurs exploitations du Canada, qui avaient envoyé des ardoises, sont inactives, ou bien même restent encore à créer.

L'exposition anglaise était cependant très-remarquable par les produits en ardoise dite émaillée de M. Magnus. Quelques produits semblables avaient également été envoyés par les États-Unis d'Amérique.

L'Exposition Universelle témoignait que des progrès notables avaient été réalisés dans la fabrication et dans l'emploi de l'ardoise. Ces progrès étaient surtout sensibles pour la France, où, depuis l'Exposition Universelle de Londres, les modèles anglais ont été adoptés par quelques-unes de nos compagnies d'exploitation, notamment par la compagnie d'Angers. Ces modèles sont bien préférables aux modèles français ; car s'ils ont un prix plus élevé, ils offrent une résistance plus grande aux chocs, aux vents, à l'humidité et à tous les agents de destruction ; ils demandent beaucoup moins de réparations, et leur durée est presque indéfinie ; ils permettent de réduire l'inclinaison de la couverture jusqu'à 15°, et de faire une économie sur le voli-

geage. Ils conviennent surtout très-bien pour les grands édifices et pour les monuments publics.

L'emploi de l'ardoise pour dallages et pour divers usages dans les constructions, a aussi commencé à se répandre chez nous, à l'imitation de ce qui se fait depuis longtemps en Angleterre et dans les environs de Gênes.

Lorsque le Jury a décerné les récompenses aux ardoisières, il a d'ailleurs pensé qu'il convenait moins de récompenser celles dont les produits étaient de la meilleure qualité, que celles dans lesquelles la direction donnée à l'exploitation était la plus intelligente et réalisait le plus de progrès. La bonne qualité d'une ardoise est en effet un avantage naturel, très-grand sans doute, mais tout à fait indépendant du mérite de celui qui l'exploite.

### FRANCE [1].

La Société d'Angers (n° 4344). — Depuis l'année 1825, les ardoisières de l'Anjou, renonçant à une concurrence acharnée qui aurait fini par amener leur ruine, se sont réunies en une société gérée par une commission.

L'ensemble de ces ardoisières présente un grand centre de production qui ne compte pas moins de 2,416 ouvriers, savoir : 514 ouvriers d'en bas ou extracteurs; 1,006 ouvriers d'en haut, fendeurs ou tailleurs; 906 employés ou journaliers.

Le salaire de ces ouvriers est réglé comme il suit :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ouvriers | d'en haut. . . . . | 2f 50c | à | 4f 02c |
| | d'en bas. . . . . | 2 50 | à | 3 25 |
| Journaliers. . . . . | | 1 50 | à | 2 00 |

31 machines à vapeur servent à l'épuisement des eaux, à l'extraction des ardoises, etc. Elles représentent une force de 475 chevaux-vapeur; en outre, 202 chevaux sont employés pour les transports.

L'*ardoise* de l'Anjou s'exploite depuis un temps immé-

[1] Pour les détails sur le gisement des ardoises en France, voir *Dufrenoy* et *Élie de Beaumont*, Explication de la carte géologique, t. I, p. 235, 252, etc.

morial. Elle a une couleur noire ou noire bleuâtre. Elle est très-schisteuse et peu compacte ; cependant elle résiste assez bien à l'action mécanique ou chimique des agents atmosphériques. Diverses expériences ont été faites par M. A. Blavier, sur les propriétés de l'ardoise de l'Anjou [1]. Elle renferme seulement quelques millièmes de pyrite de fer qui n'est pas intimement disséminé dans sa pâte, mais qui y forme de petites nodules isolées, ce qui permet de rejeter les échantillons qui en renferment trop. Lorsqu'elle est immergée, elle s'imbibe d'une quantité d'eau qui va en croissant avec son épaisseur. Cette quantité d'eau est plus grande que celle qui est prise dans les mêmes circonstances par l'ardoise anglaise ; car tandis que cette dernière n'absorbe que 0,0002 de son poids, pour une épaisseur de 3m.m, l'ardoise de l'Anjou en absorbe 0,0005, c'est-à-dire plus du double pour une épaisseur qui est seulement de 2m.m. M. Blavier a cherché ensuite la résistance à la rupture d'ardoises ayant différentes épaisseurs. Il a opéré sur des ardoises carrées de $0^{m},25$, reposant par leurs quatre côtés sur un cadre bien dressé et chargées directement sur une surface de 1 décimètre carré. Les charges nécessaires pour produire la rupture sont données par le tableau ci-dessous :

| Épaisseur de l'ardoise. | Charge. |
|---|---|
| millimètres. | kilogrammes. |
| 1 | 8 |
| 2 | 35 |
| 3 | 50 |
| 4 | 90 |
| 5 | 120 |
| 6 | 150 |
| 7 | 170 |

On voit que la résistance de l'ardoise à la rupture augmente rapidement avec son épaisseur. Il y a donc avantage

[1] *A. Blavier :* Note sur les propriétés du schiste ardoisier d'Angers et sur son application à la couverture des édifices (Société d'Agriculture, sciences et arts du département de Maine-et-Loire),

à employer des ardoises épaisses, et l'expérience a montré, en effet, que l'ardoise d'Angers peut ne durer que vingt-cinq ans, lorsqu'elle est très-fine, tandis qu'elle dure plus d'un siècle lorsque son épaisseur est convenable.

Le tableau suivant donne les dimensions, ainsi que les poids et les prix des ardoises d'Angers, tant pour les modèles français que pour les modèles anglais. Ces données sont rapportées à 1040 ardoises :

| Noms des ardoises. | Dimensions. longueur. | Dimensions. largeur. | Épaisseur. | Poids du mille. | Prix du mille. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Modèles français.* | centimètres. | | millimètr. | kilogram. | fr. c. |
| 1re Carrée (grand modèle). | 32,5 | 22,2 | 3 à 4 | 530 | 23 50 |
| —— (forte). . . . | 29,8 | 21,7 | 4 | 550 | 22 » |
| —— (demi-forte). . . | 29,8 | 21,7 | 2,5 à 3 | 430 | 21 » |
| 2e Carrée. . . . . | 29,8 | 19,6 | 2,5 à 3 | 400 | 17 50 |
| 3e Carrée. . . . . | 24,0 | 17,6 | 2,5 à 3 | 300 | 10 » |
| 3e Carré (flamande). . . | 25,4 | 16,0 | 3 | 320 | 10 » |
| 4e Carrée. . . . . | 21,7 | 16,2 | 2,5 à 3 | 260 | 8 » |
| Poil taché. . . . . | 29,8 | 16,2 | 3,5 | 500 | 15 50 |
| Poil roux. . . . . | 24,4 | 13,5 | 2 à 4 | 330 | 7 50 |
| Héridelle. . . . . | 38,0 | 10,8 | 2 à 4 | 500 | 7 » |
| Écaille. . . . . | 23,0 | 13,5 | 2,5 à 3 | 200 | 12 » |
| *Modèles anglais.* | | | | | |
| 1er échantillon. . . . . | 64 | 36 | 5 à 6 en moyenne. | 3870 | 160 » |
| 2e *id.* . . . . . | 60 | 36 | | 3630 | 150 » |
| 3e *id.* . . . . . | 60 | 31 | | 3130 | 140 » |
| 4e *id.* . . . . . | 54 | 31 | | 2810 | 125 » |
| 5e *id.* . . . . . | 54 | 27 | | 2450 | 115 » |
| 6e *id.* . . . . . | 46 | 27 | | 2090 | 95 » |
| 7e *id.* . . . . . | 46 | 21 | | 1620 | 80 » |

Le prix des dallages en ardoise est de 7 fr. le mètre carré à Angers, et de 10 fr. à Paris. Une table de billard d'un seul morceau revient à 25 fr. le mètre carré.

La quantité d'ardoises fabriquées annuellement est de 141,864,000 : elle représente une valeur de 2,713,876 fr. On fabrique en outre divers produits avec des dalles de schiste ardoisier, mais leur valeur est seulement de 75,000 fr.

M. Ch. Larivière est actuellement le gérant de la commis-

sion des ardoisières d'Angers, et il dirige l'exploitation ainsi que la fabrication des ardoises avec une grande habileté. Des rapports de MM. Gourlier, Lechatelier et Callon, adressés à la Société d'Encouragement, ont fait connaître les nombreux perfectionnements qu'il a successivement introduits dans ces derniers temps. Ainsi, les difficultés que présente l'exploitation de l'ardoise aux grandes profondeurs auxquelles on est arrivé maintenant, ont été habilement surmontées. Profitant de l'expérience acquise à Londres, M. Larivière a adopté les modèles anglais, plus grands que ceux qui sont en usage en France, et dans l'espace de trois ans, il en a livré au commerce pour 260,000 fr. ; de nombreuses demandes de ces modèles anglais lui sont sans cesse adressées, surtout par les compagnies de chemins de fer et par les fabricants anglais eux-mêmes qui les exportent dans les colonies, notamment en Australie. Il a créé une concurrence aux ardoises anglaises, non-seulement sur les côtes de France, mais même en Angleterre et sur les marchés étrangers. En outre, il a employé le schiste ardoisier à une foule d'usages dans les constructions, notamment pour appuis de fenêtres, balcons, bancs de jardin, caisses, dallages, mosaïques, carrelages, gargouilles, marches d'escaliers, etc.

Des progrès très-importants ont donc été réalisés par M. Larivière, qui a déjà obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1844 ; aussi le Jury lui a-t-il décerné la récompense de l'ordre le plus élevé donnée pour les ardoises, la médaille de 1re classe.

La Société de Sainte-Anne, à Fumay (n° 4341). — L'exploitation de l'ardoisière du moulin Sainte-Anne, près de Fumay, dans les Ardennes, remonte à une époque inconnue ; cette exploitation existait dès le XIIIe siècle, et la concession en a été obtenue en 1760. Actuellement, elle occupe 700 ouvriers, qui reçoivent de 1f,50 à 4 fr. Elle emploie 2 machines à vapeur d'extraction et d'exhaure, d'une force de 35 chevaux. Les travaux souterrains se développent sur une

surface de 20 hectares. Des chemins de fer sont établis dans toutes les galeries.

L'observation a montré que l'*ardoise* de Sainte-Anne peut durer plus de trois siècles. C'est une ardoise très-fissile, susceptible de se diviser en un très-grand nombre de feuillets larges et minces d'une épaisseur bien égale. Elle a une couleur bleue, rouge, verte ou violette. Elle est dure, sonore et peu fragile. Elle se laisse tailler et percer facilement. D'après Gilet de Laumont, elle est supérieure à l'ardoise d'Angers; car elle est plus dense, elle absorbe moins d'eau, la force nécessaire pour la briser est plus grande, et enfin elle a plus de durée.

Les modèles d'ardoises que l'on fabrique à S^te^-Anne sont les modèles français, mais on commence aussi à y fabriquer les modèles anglais. Voici quels sont leurs prix au mille, ou suivant l'usage de ce commerce dans les Ardennes pour 1056 :

| | Noms des Ardoises. | Dimensions. longueur. | Dimensions. largeur. | Prix du mille. |
|---|---|---|---|---|
| | *Modèles français.* | cent. | cent. | fr. |
| Ardoises dites | Grandes carrées. | 30 | 22 | 23 |
| | Saint-Louis. | 30 | 19 | 17 |
| | Flamande nuance verte ou violette bleue. | 27 | 16,5 | 17 |
| | Communes, de nuances rouge, bleue ou verte. | 27 | 16,5 | 17 |
| | | 26 | 13 | 14<br>7 |
| | *Modèles anglais.* | | | |
| Ardoises dites | Queens. | 84 | 43 | 300 |
| | Princesses. | 61 | 35 | 160 |
| | Marchionesses. | 56 | 30,5 | 125 |
| | Countesses. | 51 | 25,5 | 95 |
| | Viscountesses. | 46 | 25,5 | 66 |
| | Ladies. | 35 | 20,5 | 55 |

La production annuelle est de 45,000,000 d'ardoises.

La proximité de la Meuse permet à l'ardoisière Sainte-Anne d'exporter très-facilement ses produits, soit en Belgique, soit en Hollande. D'un autre côté, ils se répandent dans une

grande partie de la France, par la Sambre, le canal des Ardennes, l'Aisne, l'Oise ainsi que les canaux du Nord. Le chemin de fer des Ardennes viendra encore faciliter leurs débouchés.

Société de Rimogne (n° 4343). — Depuis 1780, une société exploite les ardoisières de Rimogne et de Saint-Louis-sur-Meuse, dans les Ardennes. Elle occupe 450 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 50 c. à 4 francs. Pour l'exploitation et l'exhaure, elle emploie 2 manéges ayant chacun 4 chevaux, 2 machines à vapeur et 2 machines hydrauliques de 6 chevaux chacune ; en tout 24 chevaux-vapeur. On a constaté que la qualité de l'*ardoise* de Rimogne augmente très-notablement avec la profondeur ; en ce moment, on exploite souterrainement, à 266 mètres de profondeur, un banc de schiste ardoisier qui a 50 mètres d'épaisseur, et qui donne une ardoise de qualité supérieure. L'exploitation se fait dans des conditions avantageuses et par des moyens perfectionnés.

Les ardoises sont taillées, soit à la main, soit à l'aide d'un petit métier dont l'invention est due à M. Moreaux, le régisseur de la compagnie. Le prix de ce métier est peu élevé, car il est inférieur à 100 francs. On donne le mouvement avec le pied qui appuie sur une pédale. L'ouvrier place d'une main l'ardoise sur le métier, et il la retire taillée de l'autre main.

L'ardoise de Rimogne est une des meilleures des Ardennes. Un rapport de M. Jay, architecte, adressé en 1851 au Conseil des bâtiments civils et approuvé par ce Conseil, déclare même que l'ardoise de Rimogne est supérieure à celle de Fumay, et surtout à celle de Deville. L'examen de cette ardoise dans quelques églises anciennes, a montré en tout cas qu'elle résiste très-bien à la pluie et à la gelée. Sa couleur est souvent vert grisâtre, surtout quand elle est grenue et qu'elle contient des cristaux de fer oxydulés disséminés. Elle est très-flexible, ce qui est une qualité précieuse ; cela permet en effet de la serrer avec le clou d'attache et de la faire plier comme un ressort ; de plus, elle se brise moins souvent par l'action des coups de vent.

Quelques variétés de l'ardoise de Rimogne fournissent de

très-belles pierres pour la gravure. Elle est aussi très-recherchée pour la mégisserie. Elle sert encore à faire des tableaux à écrire. Il y avait à l'Exposition un banc formé d'une dalle d'ardoise ayant $6^{m},50$ de longueur, $0^{m},55$ de largeur, et $0^{m},06$ d'épaisseur; ce banc, qui est assez remarquable, a été donné au Muséum de Paris.

Les ardoises de Rimogne sont livrées au commerce à un prix très-bas, comme on peut le reconnaître en comparant le tableau qui suit avec les tableaux correspondants de Sainte-Anne et d'Angers.

| Noms des ardoises. | Dimensions. | Prix du mille. |
|---|---|---|
| | centimètres. | francs. |
| *Modèles français.* | | |
| Grandes carrées | 30c sur 22c | 20f 00c |
| — St-Louis | 30 16 | 16 00 |
| Flamandes | 27 17 | 11 00 |
| Communes, bleues et grenues | 26 14 | 6 05 |
| *Modèles anglais.* | | |
| Ardoises rectangulaires | 61c sur 36c | 150f 00c |
| *Idem.* | 54 31 | 120 00 |
| *Idem.* | 46 27 | 60 00 |
| *Idem.* | 36 21 | 45 00 |

Le prix de l'ardoise de Rimogne est surtout notablement inférieur à celui de l'ardoise d'Angers; car, en 1854, le mille des Grandes carrées qui se vendait 25 fr. à Angers revenait seulement à 20 fr. à Rimogne, et avait même été donné à 18 fr. après 1848.

La quantité d'ardoises fabriquée annuellement par la société de Rimogne s'élève à 50,000,000.

Société de Sainte-Barbe, près Fumay (n° 4345). — La société des ardoisières de Sainte-Barbe d'Haybes, à Fumay, s'est créée seulement en 1849. Elle occupe 120 ouvriers qui reçoivent de 2 fr. à 3 fr 25. Le schiste ardoisier susceptible d'être exploité présente une épaisseur totale de 9mètres. On l'extrait par trois galeries souterraines. Il se

débite aisément en dalles, et il donne d'ailleurs une *ardoise* mince, brillante, bien exempte de pyrite. Voici quels sont les prix de cette ardoise :

| Noms des Ardoises. | Épaisseur. | Dimensions. | Prix du mille. |
|---|---|---|---|
| | millim. | centimètres. | francs. |
| Hollandaises | 4,5 | 33c sur 24c | 33f |
| Grandes carrées | 4 | 30 22 | 26 |
| *Id. id.* | 2,5 | 30 22 | 22 |
| Saint-Louis | 2,5 | 30 19 | 17 |
| Têtes rondes | 3 | 27 19 | 16 |
| Flamandes | 2,5 | 27 16 | 10 |
| Communes | 2,5 | 26 14 | 5 |

Le schiste ardoisier de Sainte-Barbe se laisse scier avec la même facilité que le bois. Des scies circulaires et un polissoir servent à fabriquer des carreaux pour dallages. Le mètre carré de ces dallages pèse 55 kilogrammes, et revient à 4 fr. 50.

La production de l'ardoisière de Sainte-Barbe a dépassé 7,000,000 d'ardoises en 1855.

Ses débouchés à l'étranger sont la Hollande, dans laquelle elle envoie seulement les grands modèles. En France, c'est surtout l'Est qu'elle approvisionne. Dans les départements de la Moselle et de la Meurthe, elle lutte contre les ardoises de la Prusse Rhénane, tandis que dans les départements de la Meuse et des Ardennes, elle se trouve en concurrence avec les ardoises de la Belgique. Enfin par la Meuse, par le canal des Ardennes et par l'Oise, elle approvisionne encore une partie des départements de l'Oise, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, de la Seine, de la Seine-Inférieure, dans lesquels elle rencontre les ardoises d'Angers.

M. Debry-Renvez (n° 4468). — M. Debry-Renvez exploite depuis 1832 l'*ardoise* de Monthermé dans les Ardennes. Il occupe 35 ouvriers, et son moteur est une machine à vapeur de dix chevaux. Il fabrique surtout des crayons et des ardoises noires polies pour les écoles, ainsi que des dallages et des tables de billard.

M. Debry-Renvez avait exposé une table de billard en ardoise verte grisâtre de Monthermé. Elle résultait de l'assemblage de cinq dalles d'ardoise de $1^m,40$ de longueur, sur $0^m,60$ de largeur et sur $0^m,02$ d'épaisseur; les dalles maintenues par des clous étaient fixées elles-mêmes sur de l'ardoise. Cette table paraissait être aussi solide et aussi horizontale dans toutes ses parties que si elle eût été formée d'une dalle unique ; son prix n'était d'ailleurs que de 80 francs.

Nous avons remarqué également un système spécial de couverture dans lequel M. Debry-Renvez emploie des ardoises deux fois plus épaisses que les ardoises ordinaires. Comme elles ne se recouvrent presque pas, le poids du mètre carré de la toiture n'est que moitié de celui de l'ardoise fine. Ajoutons que ce système de couverture n'exige pas de volige, qu'il demande moins de chevrons, et que par suite il diminue les dépenses de charpente ainsi que les risques d'incendie ; qu'il est enfin très-économique, puisque le prix du mètre carré est seulement de 2 francs 50 cent.

Société des ardoisières de Sarthe et Mayenne (n° 4347). — M. Valiquet avait exposé une collection remarquable des produits des ardoisières de la Sarthe et de la Mayenne. Ces ardoisières sont exploitées depuis 1853 seulement, par une société dont le siége est à Alençon; elles se trouvent à Saint-Georges-le-Gaultier dans la Sarthe, et à Villepail dans la Mayenne. Elles occupent environ 60 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 50 à 3 fr. Le moteur est une machine locomotive de la force de 6 chevaux. On a installé des scies et des ateliers de polissage.

Les *ardoises* de la compagnie Valiquet se rapprochent beaucoup de celles d'Angers et elles sont propres aux mêmes usages. Elles peuvent, quand cela est nécessaire, être réduites à une épaisseur extrêmement faible, comme on pouvait le voir par quelques échantillons exposés. Elles se prêtent également bien à la fabrication des modèles français ou des modèles anglais. Le tableau suivant réunit les prix de

ces différents modèles, ainsi que les éléments les plus importants à connaître pour leur emploi :

| Noms des Ardoises. | Dimensions. longueur | Dimensions. largeur | Surface couverte par le mille. | Poids. | Prix du mille. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Modèles français.* | centimètres. | | mèt. car. | kilogr. | francs. |
| 1er échantillon. . . . . | 31 | 22 | 24 | 500 | 30 |
| 2e *id.* . . . . . | 28 | 19,5 | 19 | 450 | 25 |
| 3e *id.* . . . . . | 27 | 16,5 | 16 | 325 | 20 |
| 4e *id.* . . . . . | 25 | 16,5 | 14 | 300 | 17 |
| 5e *id.* . . . . . | 24 | 15 | 12,50 | 300 | 15 |
| 6e *id.* (Normande). . . . . | » | » | 10,50 | 300 | 12 |
| *Modèles anglais.* | | | | | |
| 1er échantillon. . . . . | 60 | 36 | 94 | 3200 | 150 |
| 2e *id.* . . . . . | 55 | 33 | 78 | 2600 | 125 |
| 3e *id.* . . . . . | 50 | 30 | 63 | 2200 | 100 |
| 4e *id.* . . . . . | 45 | 27 | 50 | 1700 | 80 |
| 5e *id.* . . . . . | 40 | 24 | 39 | 1200 | 60 |
| 6e *id.* . . . . . | 35 | 21 | 28 | 1000 | 45 |

Le prix du transport de l'ardoise sur de bonnes routes peut d'ailleurs se calculer à 2f,50 par tonne et par myriamètre.

Le schiste ardoisier de la Sarthe et de la Mayenne se laisse facilement scier et polir, en sorte qu'il est très-propre à faire des dalles. Nous citerons parmi les produits exposés, des spécimens de dallages faits soit en ardoise et en liais, soit en ardoise et en terre cuite, une console ornementée, une caisse en ardoise et un escalier tournant pour tourelle.

Voici quelques-uns des prix auxquels reviendraient les dallages en ardoise :

| Dimensions des dallages. | Épaisseur moyenne. | Poids du cent. | Prix du cent. |
|---|---|---|---|
| | millimètres. | kilogr. | fr. c. |
| Carreaux de 0m,325 de côté. . . . | 22 | 700 | 61 00 |
| *Idem.* 0 ,027. . . . . | 20 | 450 | 43 00 |
| *Idem.* 0 ,022. . . . . | 18 | 240 | 32 00 |
| *Idem.* 0 ,135. . . . . | 15 | 90 | 8 00 |
| *Idem.* 0 ,125 à 0m,11 . . . . | 15 à 12 | 70 à 50 | 7 00 |
| *Idem.* 0 ,010 à 0m,07. . . . | 12 à 10 | 40 à 15 | 6 00 |

A Paris le prix du mètre carré, dallé avec ces carreaux

d'ardoise, serait de 9 fr. On fait aussi des dallages avec des dalles d'une largeur constante et d'une longueur indéterminée : pour une dalle d'une largeur de $0^m,55$, l'épaisseur est de $0^m,04$ et le prix du mètre carré est à Paris de 14 fr. Pour une dalle d'une largeur de $0^m,10$, l'épaisseur est de $0^m,015$ et le prix du mètre carré est de $11^f,50$. Le prix d'un escalier tournant s'estime à 10 fr. par marche.

L'ardoise est inattaquable par les acides, en sorte qu'elle est très-propre à la fabrication des cuves pour diverses industries. Pour une contenance inférieure à 100 litres, ces cuves se vendent au prix de $0^f,15$ par litre ; pour une contenance supérieure, leur prix est seulement de $0^f,10$ par litre.

Ces différents objets en ardoise sont fabriqués aux ardoisières où l'on a établi un atelier de dressage pour les dalles. On y a joint aussi un atelier d'incrustation : le prix du mètre carré d'ardoise incrustée varie de 20 fr. à 75 fr. selon la complication du dessin.

La compagnie des ardoisières de la Sarthe et de la Mayenne est encore trop récente pour qu'il soit possible de donner un chiffre pour sa production ; malgré cette circonstance, le Jury a récompensé par une mention honorable les dallages et les produits remarquables qu'elle a exposés.

MM. Journault, Monnier et Aufray (n° 4301). — Les carrières d'*ardoise* de Renazé dans la Mayenne sont exploitées par MM. Journault, Monnier et Aufray. Elles occupent 180 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. à 4 fr. 50 cent. On emploie pour moteurs des chevaux qui sont au nombre de 20 ; ils font mouvoir des manéges. Le prix de l'ardoise n° 1, dite première carrée, est de 21 fr. Celui de l'ardoise n° 2, dite grand poil taché, est de 14 fr. La production annuelle dépasse 300,000 fr.

M. Bourdais (n° 4459). — La carrière d'*ardoise* de Touche, commune de Renazé (Mayenne), est exploitée par M. Bourdais. Elle occupe 75 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 25 cent. à 2 fr. 50 cent. La production annuelle est seulement de 50,000 fr.

MM. Pennec (n° 4328). — MM. Pennec frères exploitent les ardoisières de Port-Launay, dans le Finistère. L'extraction des ardoises à Port-Launay remonte seulement à 1814. Le nombre des ouvriers employés est de 475 ; leur salaire n'est que de 1 fr. à 1 fr. 40 cent. ; il est très-peu élevé, comme dans toute la Bretagne, ce qui est un très-grand avantage pour ces exploitations.

L'*ardoise* de Port-Launay est très-belle ; elle a une couleur noire, et elle prend surtout très-bien le poli.

| | | |
|---|---|---|
| Ardoises Grandes carrées, . . . . | de 30c sur 22c. . | 25 fr. |
| *Id.* dites *cartelettes*, . . . . | de 34. . . 17. . | 20 |

Le prix d'une table d'ardoise polie, dont les dimensions sont comprises entre 0m,25 et 0m,70, varie de 0f,12 à 0f,15 par décimètre carré.

La valeur des produits fabriqués annuellement s'élève à 280,000 fr.

M. Germain Nicolas (n° 4323). — Une autre exploitation d'*ardoises* de Port-Launay appartient à M. Germain Nicolas. Elle occupe 325 ouvriers.

| Noms des Ardoises. | Dimensions. | Prix. |
|---|---|---|
| *Modèles français.* | centimètres. | francs. |
| Ardoises dites carrées cornées. . . . . | 30c sur 21c | 23f 00c |
| *Id.* cartelettes parisiennes fines. . . . . | 33 20 | 20 00 |
| *Id.* pièces parisiennes. . . . . | 29 16 | 12 05 |
| *Modèles anglais.* | | |
| Viscountesses . . . . . | 60 30 | 66 00 |
| Ladies. . . . . | 43 22 | 51 00 |
| Petites ladies . . . . . | 40 21 | 40 00 |

La valeur des produits fabriqués atteint 200,000 fr.

M. Marie Constant (n° 4317). — Une exploitation d'*ardoise* a été commencée en 1850 à Caumont, arrondissement de Bayeux (Calvados), par M. Marie Constant. Cette exploi-

tation occupe 15 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 25 c. à 3 fr. Elle se trouve à 38 kilomètres de Caen, où elle peut expédie ses produits au prix moyen de 2 fr. par mille d'ardoises.

Les prix des ardoises de Caumont sont assez élevés comme cela a lieu généralement dans les petites exploitations :

| Noms des Ardoises. | Dimensions. | Prix. |
|---|---|---|
| | centimètres. | francs. |
| 1er échantillon (Grandes carrées). . . . . | 30c sur 22c | 30 fr. |
| 2e *id.* . . . . . | 24,4 10,8 | 26 |
| 3e *id.* . . . . . | 21,7 10,8 | 22 |
| 4e *id.* . . . . . | 18,9 10,8 | 17 |

La valeur des produits fabriqués est seulement de 30,000 fr.

MM. Leclère (n° 4307). — MM. Leclère exploitent depuis 1836 l'*ardoise* de Brives, dans la Corrèze. Ils occupent 80 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 25 à 1 fr. 75 cent. Les ardoises sont extraites dans les carrières du Saillant et de Traversac.

| | | | |
|---|---|---|---|
| L'ardoise n° 1 (modèle d'Angers). . . | se vend. . . | 50 fr. |
| *Id.* n° 2 | *id.* | *id.* . . . . | 40 |
| *Id.* Anglaise, de 54c sur 32c | *id.* . . . . | 160 |

Les produits fabriqués représentent une valeur de 60,000 fr., et on peut voir que leurs prix sont assez élevés.

M. Hue-Beaulieu (n° 4297). — M. Hue-Beaulieu exploite l'*ardoise* de Saint-Aubin-des-Landes. Il occupe 60 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. à 2 fr. 50 cent. Son moteur est une machine à vapeur de 10 chevaux.

La valeur des produits fabriqués est seulement de 40,000 fr.

## ROYAUME-UNI [1].

M. S. Holland (n° 869). — Les nombreuses et impor-

[1] Voir pour le gisement de l'ardoise d'Angleterre, *Sir R. Murchison*, Silurian System et *Sir Ch. Lyell*, Manual.

tantes ardoisières du Royaume-Uni n'étaient représentées que par celle de Port-Madoc.

Depuis 1821 M. S. Holland exploite l'ardoisière de Port-Madoc, dans le Caernarvonshire. Les *ardoises* qui en proviennent ont une couleur bleue ; elles sont de belle qualité, comme toutes celles du pays de Galles, qui sont si justement renommées. On les emploie pour la toiture, et on en fait aussi des dallages ainsi que des tableaux pour les écoles. Le nombre des ouvriers employés est de 350.

Le schiste ardoisier s'exploite à la poudre, et les blocs sont ensuite débités à la main. On se sert quelquefois d'une machine pour tailler les ardoises, mais malgré la cherté de la main d'œuvre, elle ne présente pas grand avantage sur le travail à la main. Voici quels sont les poids et les prix de 1,200 ardoises ayant les dimensions usitées en Angleterre :

| Dimensions. | | Poids | Prix |
|---|---|---|---|
| longueur. | largeur. | de 1200 ardoises. | |
| pouces. | pouces. | tonnes. cwt. | £. sch. |
| 24 | 14 | 3 10 | 9 5 |
| 24 | 12 | 3 0 | 8 6 |
| 22 | 12 | 2 15 | 6 10 |
| 22 | 11 | 2 10 | 6 0 |
| 20 | 10 | 2 0 | 5 7,3 |
| 18 | 10 | 1 15 | 3 15 |
| 18 | 9 | 1 10 | 3 5 |
| 16 | 10 | 1 10 | 3 5 |
| 16 | 8 | 1 5 | 2 10 |
| 14 | 8 | 1 2 1/2 | 1 11 |
| 14 | 7 | 1 0 | 1 2 |
| 13 | 6 1/2 | 0 15 | 0 17 |
| 14 | 12 | 1 12 1/2 | 3 10 |
| 14 | 10 | 1 7 1/2 | 2 10 |

Les poids et les prix de ce tableau sont ceux des ardoises de 1re qualité.

Les ardoises de 2e qualité ont pour les mêmes dimensions un poids qui peut être supérieur de 1/4 au poids des plus grandes ardoises ; leurs prix diminuent d'ailleurs en sens inverse de leur poids, et ils sont inférieurs de 1/4 à 1/17 aux prix du tableau précédent.

Les ardoises dites Queens et les dalles se vendent à la tonne :

| | Prix de la tonne. |
|---|---|
| | sch. |
| Ardoises dites Queens de 28 pouces à 34 pouces, et d'une épaisseur proportionnée. . . . . | 45 |
| Dalles irrégulières de schiste ardoisier. . . . . | 30 à 35 |
| Dalles sciées de schiste ardoisier, de différentes dimensions. . . | 55 à 78 |

Les ardoises pour les tableaux se vendent de 1 $\frac{1}{2}$ sch. à 5 sch. la douzaine, suivant que leurs dimensions sont comprises entre 6 pouces sur 4 pouces, ou bien entre 13 pouces sur 9 pouces.

Un chemin de fer en plan incliné, ayant plus de 13 milles de longueur, relie l'ardoisière à la ville de Port-Madoc. Le retour des wagons vides est opéré par des chevaux.

Les débouchés de l'ardoisière de Port-Madoc sont le Royaume-Uni, Hambourg, divers ports de la Baltique, Dunkerque, Calais, les États-Unis, le sud de l'Afrique et même l'Australie. Des droits de douane assez élevés s'opposent d'ailleurs à ce que l'ardoise anglaise soit importée en France en quantité notable.

### COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

Les gîtes d'*ardoises* du Canada ont été découverts depuis cinq années seulement, et déjà de grandes carrières y sont ouvertes. Les ardoises du Canada sont de bonne qualité. Elles appartiennent au terrain silurien; celles de Melbourne, de Richmond et Kingsay doivent être rapportées au groupe de l'Hudson; celles de Westbury et de la rivière du Loup se trouvent à la base du terrain silurien supérieur[1].

Shipton Slate Company (n° 227). — La compagnie des ardoisières de Shipton, au Canada, exploite ses *ardoises* dans le terrain silurien inférieur.

[1] *St. Hunt* : Esquisse géologique du Canada, p. 64.

Des échantillons d'ardoises avaient encore été présentés par trois autres exposants :

M. John Guy (n° 232), de Melbourne. — *Ardoises* de la carrière d'Orford ;

M. James Leslie (n° 239), de Sherbrooke. — *Ardoises* de Westbury ;

M. Joseph Tardif (n° 247). — *Ardoises* de Tring.

### INDE.

L'exposition de l'Inde montrait des dalles minces de l'*ardoise* de Malwa qui étaient découpées à jour avec beaucoup de légèreté et d'élégance. L'une d'elles avait la forme d'un treillage très-délicat dont l'épaisseur était seulement de 1 centimètre. Comme les plaques de grès, desquelles nous parlerons plus loin, elles servent dans l'Inde de parois pour les habitations.

### BELGIQUE.

Les ardoisières de la Belgique se trouvent dans la province de Luxembourg ; elles sont au nombre de six, et elles produisent à peu près 20 millions d'*ardoises*. La consommation intérieure de la Belgique s'élevant à peu près à 40 millions, les 20 autres millions qui lui sont nécessaires sont importés par la France.

Les ardoisières du Luxembourg donnent d'ailleurs des produits de bonne qualité, et elles seraient assez riches pour alimenter la consommation intérieure ; mais le manque de voies de communication et de canaux a jusqu'à présent empêché leur exploitation de prendre plus de développement. Le chemin de fer qui se termine en ce moment, et qui va relier Luxembourg au réseau de l'Europe, leur donnera sans doute plus d'activité.

M. Collette-Doucet (n° 333). — Les ardoisières de la Géripont et d'Herbeumont, à Bertrix, près de Neufchâteau (Luxembourg), sont exploitées par M. Collette-Doucet. Les travaux datent de 1784. Le nombre des ouvriers employés

est de 30; ils reçoivent de 1 fr. 50 c. à 2 fr. 50 c. Le moteur est une roue hydraulique qui sert à l'extraction des eaux. D'après des renseignements qui nous ont été transmis par M. Devaux, l'*ardoise* de la Géripont est bonne pour la toiture ainsi que pour les dallages; certaines variétés siliceuses du schiste ardoisier sont aussi employées comme pierres à aiguiser. Cette ardoise est exploitée dans le terrain rhénan de M. Dumont, et par conséquent elle est plus récente que celle qui s'extrait en France à une petite distance, et qui appartient au terrain ardennais.

Le tableau suivant montre que l'ardoise du Luxembourg peut être vendue à des prix très-bas; mais sa qualité est généralement inférieure à celle de l'ardoise des Ardennes :

| Noms des Ardoises. | Dimensions. | Prix. |
|---|---|---|
| Grandes communes | 27c sur 19c | 16f » |
| Flamandes | 27 16 | 13 » |
| Petites | 24 13 | 9 » |
| *Idem* | 22 11 | 5 50c |

La valeur des produits fabriqués est seulement de 25,000 francs.

Les prix très-bas de ces produits et l'établissement de nouvelles voies de communication dans le Luxembourg, permettront sans doute d'augmenter prochainement l'exploitation de l'ardoisière de la Géripont.

### ÉTATS SARDES.

Les États Sardes renferment de nombreux et d'importants gisements de schiste ardoisier. Il est regrettable que ceux de Chiavari, dans les environs de Gênes, n'aient été représentés à l'Exposition Universelle que par un seul Exposant, M. Zolezzi. Ils fournissent en effet des ardoises très-renommées qui depuis longtemps sont employées pour les dallages et pour une foule d'usages dans les constructions,

Des gisements de schiste ardoisier existent bien aussi dans la Savoie, mais ils sont peu importants, et leur exploitation est d'ailleurs entravée par la difficulté des transports. Donnons cependant quelques renseignements sur deux ardoisières récentes de la Savoie dont les produits avaient été exposés.

M. Comtet, Deschamps, etc. (n° 91).—Depuis 1853, M. Marius Comtet exploite l'*ardoise* de Cevins, à la Battice, dans la haute Savoie. Il occupe 150 ouvriers en atelier et 80 au dehors. Le salaire de ses ouvriers est peu élevé, et seulement de 2 francs en moyenne.

La valeur des ardoises fabriquées est de 120,000 francs.

M. Rey (n° 95). — L'exploitation de l'*ardoise* de Bellecombe (en Tarentaise) a été commencée en 1849 par M. Rey. Elle ne peut avoir lieu que pendant six mois de l'année; elle occupe alors 12 ouvriers, qui reçoivent de 1 fr. à 1 fr. 95.

La valeur des ardoises fabriquées pendant les six mois d'exploitation ne dépasse pas 2,200 francs.

### AUTRICHE.

L'*ardoise* s'exploite sur plusieurs points de l'empire d'Autriche, notamment dans la Moravie, à Herzogenwald, à Morawitz, Domstadtl et Friedland. Cette ardoise est gris noirâtre et de bonne qualité. De même que l'ardoise d'Angers, de Gênes et du pays de Galles, elle se laisse facilement débiter en dalles. On peut en extraire des plaques de 4 mètres de superficie. Elle appartient au terrain de la grauwake. Elle s'étend dans la Moravie ainsi que dans la Silésie, et elle couvre une étendue de plus de 20 milles carrés.

—A Bohmisch-Eisenberg, dans les Sudètes, on emploie pour la toiture une roche dont la composition minéralogique est très-différente de celle de l'ardoise. C'est en effet un *schiste amphibolique* très-fissile, qui est formé de cristaux d'amphibole noirâtres, enchevêtrés l'un dans l'autre, et avec des lamelles de mica. Les cristaux d'amphibole sont tous orientés dans un même plan, celui de la schistosité de

la roche. On peut d'ailleurs obtenir ce schiste amphibolique en plaques de 2 mètres, et il est facile de le diviser en plaquettes ayant seulement une épaisseur de quelques millimètres ; aussi son usage est-il assez répandu dans la Moravie.

M. C. Leimbach (n° 588). — Divers produits des ardoisières de Waltersdorf, près d'Olmutz, en Moravie, étaient exposés par M. Cornelius Leimbach. 140 ouvriers travaillent dans ces ardoisières. Une machine à vapeur de 6 chevaux sert à l'extraction et à l'épuisement.

L'*ardoise* de Waltersdorf est grise, noire ou bleuâtre ; elle prend très-bien le poli. On l'emploie pour la toiture, pour dallages, et aussi pour divers objets d'ornements, tels que dessus de tables, coffrets, etc. Parmi ces objets, il y en avait d'assez remarquables qui étaient incrustés avec un mastic blanc ; ils avaient été exécutés par M. Gehring, de Brünn. Les ardoises de différentes grandeurs se vendent à la carrière au prix de 36 kreutzers le quintal viennois. On peut estimer qu'il faut moyennement 2 $\frac{1}{2}$ quintaux d'ardoises pour recouvrir une toise carrée.

Les dalles pour carrelage se vendent 24 kreutzers (1 franc) le pied carré. Lorsqu'elles sont polies, leur prix s'élève à 36 kreutzers. Les tables polies coûtent 1 florin 30 kreutzers le pied carré.

La production annuelle des ardoisières de Waltersdorf est de 44,000 quintaux. Leurs débouchés sont la Moravie, l'archiduché d'Autriche, la Styrie.

Société pour l'Encouragement de l'industrie, a Prague (n° 122). — La Société pour l'Encouragement de l'industrie, à Prague, en Bohême, avait exposé des échantillons de l'*ardoise* d'Eisenbrod. Cette ardoise, propre à la toiture, est violâtre ou verdâtre ; elle est presque entièrement formée de mica séricite. Elle appartient au terrain silurien, et elle est bien connue des géologues par les travaux de M. J. Barrande.

PRUSSE.

MM. Hensel et Sickermann (n° 532). — L'*ardoise* de Meschede, cercle d'Arnsberg, en Westphalie, est exploitée par MM. Hensel et Sickermann. Cette ardoise est noire, quelquefois feuilletée par une multitude de lamelles de mica. Elle contient des mâcles qui sont entre-croisées dans tous les sens, et qui se distinguent bien dans les échantillons polis, parce qu'alors leurs cristaux y restent ternes. Son exploitation occupe 90 ouvriers.

On l'emploie pour la toiture, et aussi pour des dallages. Un petit guéridon en ardoise polie était exposé dans la nef du Palais.

DUCHÉ DE NASSAU.

Des *ardoises* du duché de Nassau avaient été envoyées par l'Administration Ducale des Domaines (n° 47) et par MM. Herr frères (n° 49). Il y en avait notamment qui provenaient de Caub, qui étaient très-fissiles et de bonne qualité. Elles prennent aussi très-bien le poli, et elles peuvent servir à faire des tableaux ainsi que des objets d'ornement [1]. L'exploitation de ces ardoises serait susceptible de plus de développement.

WURTEMBERG.

L'*ardoise* de Zell, près Kirchheim, dans le Wurtemberg, est employée pour la toiture ainsi que pour les dallages.

Elle peut être fournie à bas prix et en dalles de grandes dimensions. Elle appartient au schiste du lias.

SUÈDE ET NORWÉGE.

La Scandinavie renferme beaucoup de gîtes d'*ardoise*; mais ils sont peu exploités jusqu'à présent. L'emploi de l'ardoise n'y remonte même pas à plus d'un siècle, et c'est seulement depuis 1850 qu'il a commencé à se répandre.

[1] *Guido Sandberger :* Produits minéraux du duché de Nassau, 1855.

En ce moment il n'existe guère plus de quatre ardoisières dans toute la Suède :

1° Celle de Glava, dans le Vermland, qui est la plus ancienne ;

2° Celle de Gyfkihlen, près de Gothembourg ;

3° Celle de Hälla, dans le Vermland et le Dahlsland ;

4° Celle de Kjellsvik, dans le Dahlsland.

Les trois premières ardoisières travaillent assez irrégulièrement, et elles occupent au plus 40 hommes chacune ; elles fabriquent des ardoises généralement grossières, qui ont jusqu'à $27^{m.m.},5$ d'épaisseur. L'ardoisière de Kjellsvik est au contraire assez importante, et nous allons en parler avec quelque détail.

M. le baron Ch. de Reverony Saint-Cyr (n° 213). — L'ardoisière de Kjellsvick, située près du lac Wenern, à dix lieues au nord de Wenersborg, appartient à M. le baron Ch. de Reverony Saint-Cyr. En 1855 elle a occupé 200 ouvriers, et il est probable qu'il n'y en aura pas moins de 400 en 1856.

Les *ardoises* de Kjellsvik sont minces, feuilletées et de bonne qualité. On en fabrique des modèles carrés et des modèles rectangulaires. Les ardoises carrées les plus grandes sont fixées à l'aide de clous de 6 centimètres ; on emploie pour les petites ardoises rectangulaires des chevilles en bois de chêne ou de genièvre. Le tableau suivant donne tous les renseignements nécessaires sur les dimensions, le poids et le prix de revient des ardoises usitées en Suède :

| Dimensions. | Nombre d'ardoises nécessaires pour couvrir 4 pieds carrés suédois [1]. | Poids de 1000 ardoises. | Prix de 1000 ardoises. | Salaire du couvreur par mille. |
|---|---|---|---|---|
| **Ardoises carrées.** | | kilogr. | fr. c. | fr. c. |
| 43 cent. | 2,50 | 4300 | 212 » | 12 70 |
| 41 | 3,33 | 3700 | 163 » | 9 90 |
| 37 | 3,75 | 3000 | 134 » | 7 10 |
| 33 | 4,75 | 2300 | 106 » | 6 35 |
| 30 | 6,00 | 1800 | 85 » | 5 65 |
| 27 | 7,25 | 1500 | 71 » | 5 20 |
| 25 | 9,00 | 1200 | 53 » | 4 70 |
| 22 | 12,00 | 800 | 35 50 | 4 25 |
| 19 | 16,00 | 700 | 21 25 | 3 75 |
| 17 | 24,00 | 500 | 16 25 | 2 15 |
| **Ardoises rectangulaires.** | | | | |
| 37 sur 25 | 9,00 | 1700 | 71 » | 3 55 |
| 32 22 | 11,75 | 1400 | 42 50 | 3 20 |
| 32 19 | 13,00 | 1200 | 39 » | 2 85 |
| 27 19 | 16,00 | 1000 | 28 50 | 2 50 |
| 27 17 | 18,00 | 700 | 24 » | 2 50 |
| 25 14 | 24,00 | 575 | 18 50 | 2 15 |
| 22 14 | 28,00 | 500 | 16 75 | 2 15 |
| 22 12 | 32,00 | 400 | 14 25 | 1 80 |
| 19 11 | 44,00 | 300 | 9 50 | 1 65 |

Les ardoises de Kjellsvik peuvent être réduites à l'épaisseur des ardoises anglaises contre lesquelles elles ont à lutter ; mais malgré les conditions avantageuses de la main-d'œuvre, les prix des ardoises de Suède sont jusqu'à présent assez élevés ; quelques-uns dépassent même d'un tiers ceux de nos ardoises des Ardennes.

### ESPAGNE.

La collection de l'Espagne présentait un échantillon de l'*ardoise* de Pradena, province de Guadalajara (n° 427). Cette ardoise, qui avait été envoyée par l'Inspecteur des mines du district, était très-compacte, et, comme celle d'Angers, elle pourrait servir à la toiture aussi bien qu'aux dallages.

[1] Un pied suédois vaut 11/12 du pied français.

### TOSCANE.

On a commencé à exploiter en Toscane le schiste ardoisier de l'oolite du Cardoso. D'après M. Meneghini, l'*ardoise* qu'il donne est de qualité inférieure à celle du terrain tertiaire éocène de Lavagna, dans la rivière de Gênes; mais son prix est peu élevé, tandis que celui de l'ardoise de Lavagna a augmenté d'un tiers dans ces dernières années.

### CHINE.

Les Chinois, qui nous ont précédé dans bien des découvertes, emploient l'*ardoise* à différents usages. Ils savent surtout la sculpter avec une grande habileté. Ainsi, l'exposition des produits de la Chine, qui se trouvait dans les galeries du Palais, nous montrait des coupes en schiste argileux qui étaient très-élégantes. Les Chinois recherchent pour ces coupes une variété de schiste argileux qui est très-compacte; mais la forme aplatie des objets façonnés y révèle encore l'existence d'une structure schisteuse. Ce schiste a une couleur vert olive noirâtre, passant tantôt au vert, tantôt au brun, tantôt au violet; il présente souvent des bandes parallèles qui réunissent ces différentes couleurs, et il se taille à la manière de l'onyx. Il ne prend le poli que d'une manière imparfaite, mais il se laisse sculpter très-délicatement.

## Ardoise dite émaillée.

### ROYAUME-UNI.

M. Magnus (n° **1652**). — M. Magnus est le créateur d'une industrie toute nouvelle, celle de l'*ardoise* dite *émaillée;* et il a eu le rare bonheur de la porter à un degré de perfection tel, qu'il ne lui reste, pour ainsi dire, plus de progrès à faire.

Les premières recherches de M. Magnus datent de 1834, et elles lui ont été suggérées par un séjour de plusieurs années, qu'il fit dans les fabriques de poteries du Straf-

fordshire. Il eut d'abord l'idée de soumettre l'ardoise à la chaleur graduée des fours de poteries, et il vit qu'au lieu de s'altérer, elle devenait plus dure et plus résistante ; il songea ensuite à fixer des couleurs sur l'ardoise, et il y réussit également. Il prit un brevet en Angleterre, en 1838, et maintenant il possède à Pimlico (Londres) une usine très-importante qui occupe une centaine d'ouvriers.

L'ardoise est une matière minérale qui réunit un grand nombre de qualités; en effet, elle est homogène, compacte ; elle n'absorbe pas l'humidité ; elle résiste bien à l'action de la chaleur et elle se taille très-facilement, surtout en dalles ou en plaques. Dans l'état naturel, elle a cependant une couleur sombre et une faible dureté; aussi est-elle très-peu employée à cet état pour la décoration et l'ameublement : mais ces inconvénients disparaissent quand on la recouvre d'un vernis; on peut en outre lui donner les couleurs les plus variées.

L'ardoise du pays de Galles est celle que M. Magnus emploie pour la fabrication de l'ardoise dite émaillée. L'application de la couleur imitant le marbre se fait à l'aide d'un vernis et probablement par un procédé analogue à celui de M. Tucker, qui sera décrit plus loin : ce procédé ne nous est pas connu ; toutefois il est très-simple et très-rapide, puisqu'un seul ouvrier peut marbrer plus de 50 pièces en un jour. L'ardoise, recouverte de son enduit coloré, est ensuite introduite dans des fours, où elle est soumise graduellement à une température de 200 à 230° centigrades. Elle reste huit à dix jours dans ces fours. Lorsqu'elle en sort, elle possède, d'après M. Magnus, une grande résistance à la rupture; car cette résistance serait égale à celle d'une dalle de marbre d'épaisseur quadruple. L'enduit coloré qui recouvre l'ardoise n'a qu'une épaisseur très-mince, mais il est parfaitement fixé, et il ne s'enlève pas, même après un usage de plusieurs années. Il résiste bien à l'action de l'air qui, à ce qu'il paraît, l'altère moins rapidement que le marbre. Toutefois sa dureté est beaucoup

moindre que celle du marbre, et il se laisse facilement rayer avec l'ongle. Pour rendre l'enduit brillant, lorsque l'ardoise sort du four, on le polit avec du tripoli et avec de la potée d'étain.

Ce qui vient d'être dit sur la préparation de l'ardoise émaillée, montre qu'elle n'est pas recouverte par un émail analogue à celui des poteries, ainsi que son nom semblerait le faire croire; mais qu'elle est simplement protégée par un vernis : il serait donc préférable de la nommer ardoise vernissée.

Par le procédé que nous venons d'indiquer, M. Magnus est parvenu à imiter la porcelaine et surtout à représenter toute espèce de roches : l'albâtre d'Égypte, la serpentine verte et rouge de Gênes, la griotte, le portor, le jaune de Sienne, le marbre wealdien de Purbeck, les granites, les porphyres de Suède et le porphyre rouge antique.

La ressemblance de l'ardoise émaillée avec ces diverses roches, est quelquefois si grande, qu'il faut l'examiner avec beaucoup de soin, pour reconnaître que c'est seulement une imitation qu'on a sous les yeux; nous citerons notamment le porphyre rouge antique, comme l'une des roches qui peuvent le mieux être imitées.

Le prix de l'ardoise émaillée varie avec les difficultés que présente la reproduction du marbre qu'on a cherché à imiter; et on distingue quatre classes de prix :

1re classe. — Albâtre d'Égypte, malachite de Russie, lumachelle, griotte, jaspe; marbres noirs, blancs et de diverses couleurs.

2e classe. — Serpentine, jaune de Sienne, portor; porphyres, granites, marbre de Purbeck.

3e classe. — Lapis-lazuli et marbres riches, ou à dessins complexes.

4e classe. — Imitation de mosaïques; représentation de fleurs et d'animaux.

Le prix de l'ardoise varie avec son épaisseur; et le ta-

bleau suivant fait connaître, pour un pied carré, quels sont les principaux prix de l'ardoise émaillée :

| | 1re classe. | 2e classe. | 3e classe. |
|---|---|---|---|
| Ardoise à 1 pce d'épaisseur. . . . . | 2sh. 9d. | 3sh. 6d. | 4sh. 0d. |
| — à 2 *idem.* . . . . . | 4 6 | 5 6 | 6 0 |

Les prix de la 4e classe sont, du reste, très-variables, et ils dépendent entièrement des objets à représenter.

Remarquons qu'en Angleterre, le marbre jaune de Sienne revient à 15 sh. 6 d.; le portor, à 16 sh.; et le marbre noir, à 8 sh. par pied carré : les prix de l'ardoise émaillée sont donc bien inférieurs à ceux des marbres. Ainsi, par exemple, pour l'imitation du marbre noir, le prix est seulement un peu plus du tiers ; pour l'imitation du jaune de Sienne, il n'est guère que le cinquième.

L'Angleterre, si largement dotée de toutes les richesses minérales, est, par exception, pauvre en marbres ; comme l'ardoise émaillée imite très-bien le marbre et revient à un prix beaucoup moins élevé, il est facile de comprendre pourquoi son usage s'est répandu avec une si grande rapidité. Elle a, en effet, été adoptée par le riche comme par le pauvre, et elle décore même des résidences royales. En quelques années, sa consommation est devenue si grande, que la production ne peut y suffire. On l'emploie, dès à présent, pour tables, consoles, toilettes et pour toutes sortes de meubles.

Elle est très-propre aussi à faire des cheminées ou des poêles, et il y en avait même plusieurs à l'Exposition. Lorsque les cheminées sont formées de pièces ayant seulement 5 pouces d'épaisseur, leur prix n'est que de 17 sh. pour la 1re classe de marbres, 1 liv. 5 sh. pour la 2e classe, et 1 liv. 18 sh. pour la 3e classe.

On se sert de l'ardoise émaillée pour faire des baignoires très-élégantes, qui ont attiré, d'une manière spéciale, l'attention de la XIIe Classe.

Les parois des appartements peuvent encore être revêtues et décorées, avec beaucoup de luxe, par des plaques d'ar-

doise émaillée. Des salles de bains en sont même entièrement construites.

On en fabrique aussi des vases, des piédestaux, des autels, des pierres tumulaires.

Enfin, l'ardoise émaillée est très-propre à faire des billards, et, à l'Exposition, il y en avait un très-remarquable qui imitait le porphyre rouge antique. Ces billards en ardoise émaillée ont des prix qui ne sont pas très-supérieurs à ceux des billards en bois ; comme tous les billards en ardoise, ils ont sur eux l'avantage de présenter une surface qui est mieux nivelée et qui ne varie pas par l'action de la température ou de l'humidité.

L'ardoise émaillée commence à se répandre hors de l'Angleterre ; ainsi on l'emploie en Allemagne, et notamment à Berlin, où elle sert à faire des bains et des lavoirs.

Jusque dans ces derniers temps, l'emploi de l'ardoise était à peu près limité à la toiture et à quelques usages dans les constructions ; mais la découverte de l'ardoise émaillée, due à M. Magnus, a permis de s'en servir dans l'ameublement et dans la décoration : cette découverte a donc créé un débouché nouveau à une matière minérale qui se trouve en masses inépuisables dans le sein de la terre, et son importance est surtout très-grande pour les pays qui, comme l'Angleterre, possèdent peu de marbres ; aussi dès l'année 1851, le jury de l'Exposition Universelle de Londres avait-il décerné à M. Magnus une médaille d'honneur.

— Il existe encore dans le Royaume-Uni, d'autres usines dans lesquelles on fabrique l'ardoise émaillée ; mais leurs produits, qui figuraient déjà à l'Exposition de Londres, n'ont pas été envoyés à celle de Paris.

### ÉTATS-UNIS.

M. Hiram Tucker, de l'État de Massachussets, a fabriqué, aux États-Unis, de l'ardoise qu'il appelle également *ardoise émaillée*.

Pour appliquer les couleurs sur l'ardoise, de manière à

imiter le marbre, il se sert de couleurs préparées avec un vernis ; il les répand sur un bain d'eau et il vient appliquer la surface de l'ardoise sur ce bain coloré ; la fixation des couleurs sur l'ardoise a lieu immédiatement.

M. Tucker a reproduit ainsi devant le jury les veines et les accidents de couleur des principaux marbres ; M. Magnus opère vraisemblablement de la même manière pour l'application des couleurs sur l'ardoise. Ce procédé est d'ailleurs employé aussi pour fixer des couleurs sur du bois, sur du papier ou sur de la fonte. Les fours desquels on se sert pour faire sécher le vernis, sont ceux qu'on emploie en France et en Angleterre, dans les fabriques de papier mâché et d'imitations du Japon. Ils sont chauffés à la même température. — Nous remarquerons que par sa préparation, l'ardoise émaillée se trouve à la limite des matériaux naturels de construction ; aussi est-ce pour ce motif que nous l'avons classée en appendice à la suite de l'ardoise.

ALGÉRIE.

Enfin, parmi les nombreuses applications qu'on peut faire de l'*ardoise*, nous signalerons encore son emploi pour la peinture. M. Chérot, colon de Bou Ismaël, dans la province d'Alger, avait, en effet, envoyé un paysage qui présentait les tons mats de la peinture à fresque et qui était peint sur une dalle d'ardoise.

## *c*. — SERPENTINES.

Nous allons passer en revue les roches à base d'*hydrosilicates de magnésie*, qui ont été présentées comme matériaux de construction. Leur type est la *serpentine* à laquelle nous réunissons les roches formées de *chlorite* et de *talc*.

Toutes ces roches sont tendres ; car la serpentine, qui est la plus dure, a la même dureté que le calcaire. Elles se laissent facilement découper et sculpter ; on peut même

les travailler sur le tour. Elles résistent bien à l'action du feu et elles sont réfractaires. Elles sont plutôt recherchées pour la décoration et pour l'économie domestique, qu'elles ne s'emploient dans l'architecture. La serpentine joue seule un rôle important dans la décoration. Nous commencerons donc par décrire la serpentine et ses variétés.

— La *serpentine* est un hydrosilicate de magnésie, dont la composition est à peu près constante. Sa couleur est généralement verte ; mais elle peut aussi présenter des nuances très-variées et passer au brun marron et au rouge vif ; elle ressemble quelquefois à une peau de serpent, d'où lui est venu le nom de serpentine. Lorsqu'elle est polie, elle devient très-brillante ; une exception peut cependant être faite à cet égard pour la serpentine du Prato, qui conserve toujours un aspect un peu mat. Sa dureté est la même que celle du marbre, et elle présente sur lui l'avantage de s'altérer beaucoup moins par l'action de l'air. C'est ce qu'il est facile de constater en examinant les serpentines avec chaux carbonatée, qui sont restées exposées pendant quelque temps à l'action de l'air ; la chaux carbonatée est en effet devenue terne, et elle a été corrodée, tandis que la serpentine conserve encore tout son poli. Malheureusement, la serpentine a peu de cohésion, et se laisse écraser assez facilement ; elle est fragile et résiste mal aux chocs ; de plus, elle est souvent traversée par des fissures, en sorte qu'il est rare d'en trouver des blocs de grandes dimensions.

La serpentine s'emploie beaucoup dans la marbrerie, et on s'en sert surtout pour la décoration intérieure. Les variétés les plus recherchées sont celles que Brongniart nommait *ophicalces ;* elles sont complétement pénétrées par des veines nombreuses de chaux carbonatée blanche et spathique ; cette chaux carbonatée forme une sorte de ciment qui réunit tous les fragments de la serpentine, à laquelle elle donne plus de cohésion. C'est ce qui explique d'ailleurs pourquoi les serpentines pénétrées de chaux carbonatée sont spécialement recherchées pour la marbrerie.

Donnons maintenant quelques détails sur les principales serpentines envoyées à l'Exposition universelle.

### FRANCE.

M. J.-B. Tomei (n° 4346). — Sur les bords du Bivinco, à 10 kilomètres seulement de Bastia, M. Tomei a découvert l'une des plus belles variétés de *serpentine* qui aient été exploitées. Sur l'invitation de M. le préfet de la Corse, MM. les ingénieurs Lesguiller, Sentis et Meissonnier ont visité son gisement. Il résulte de leurs rapports que cette serpentine est enclavée dans des schistes métamorphiques appartenant au terrain secondaire. Le gisement le plus important est celui de la rive gauche du Bivinco : il présente une longueur de 400 mètres, une largeur de 100 mètres, une hauteur de 20 mètres. On en a extrait plusieurs blocs de 4 mètres de longueur, et l'un des blocs actuellement sur la carrière n'a pas moins de $5^m$ de longueur, $4^m,50$ de largeur et $1^m$ d'épaisseur.

Le Bivinco, qui baigne le pied de ces gisements, se prête parfaitement à l'établissement d'une scierie; d'un autre côté, ils se trouvent à 2 kilomètres seulement d'une route impériale, à laquelle ils sont reliés par un chemin carrossable.

La serpentine du Bivinco appartient à celle qu'on désigne, dans la marbrerie, sous le nom de *vert de mer*. Elle a une très-belle couleur verte plus ou moins foncée, et elle est traversée par une multitude de veines vert clair ou vert-émeraude : ces veines, qui s'entrelacent dans tous les sens et de la manière la plus complexe, sont formées par de la chaux carbonatée qui est imprégnée et colorée en vert par une espèce d'asbeste. La serpentine du Bivinco possède aussi de l'homogénéité et une grande ténacité. Elle prend un très-beau poli et elle est d'un effet très-agréable à l'œil. Son prix est d'ailleurs moins élevé que celui de la serpentine d'Italie; car à Paris elle revient à 900 fr. le mètre cube et à 30 fr. le mètre carré. Enfin les deux colonnes, de 3 mètres de hauteur, exposées par M. Tomei, peuvent rivaliser avec

les belles colonnes de serpentine de Gênes qui se trouvent dans nos musées.

La serpentine du Bivinco est donc une roche remarquable dont les carrières sont dans les meilleures conditions d'exploitation; elle est à proximité de la mer et de bonnes voies de communication; elle peut être obtenue en blocs de grandes dimensions, et par conséquent elle serait éminemment propre à la décoration monumentale.

M. Bigillion (n° 425). — L'une des plus belles serpentines connues est assurément celle de Saint-Véran, dans les Hautes-Alpes. Depuis 1851 elle est exploitée par M. Bigillion, qui en avait exposé deux cheminées. M. le sénateur Sapey avait aussi exposé des plaques polies de cette même serpentine.

La *serpentine* de Saint-Véran est une ophicalce formée de fragments de serpentine disséminés dans de la chaux carbonatée ayant une couleur verte. On en distingue deux variétés.

L'une présente des fragments de serpentine vert noirâtre, enveloppés par de la chaux carbonatée vert clair, dont la nuance tire tantôt sur le vert olive, tantôt sur le vert-émeraude. Sa teinte générale est très-agréable, elle rappelle celle du porphyre vert antique.

L'autre variété, qui est également très-belle, présente, comme la première, la structure bréchiforme, mais elle a une couleur plus foncée qui tire même sur le noir-verdâtre. Accidentellement, elle peut être traversée par quelques veines de chaux carbonatée blanche et spathique, qui nuisent un peu à l'harmonie de sa couleur.

Le prix de la serpentine de Saint-Véran, rendue à Paris, ne dépasse pas 850 francs le mètre cube, et 29 francs le mètre carré en tranches. Il est difficile de trouver une roche d'une couleur verte plus riche, d'un aspect plus agréable, d'un poli plus parfait; aussi doit-on espérer qu'elle ne tardera pas à être employée dans la décoration, et même dans la marqueterie à laquelle elle est tout à fait propre.

Toutes deux d'origine française, les serpentines du Bivinco et de Saint-Véran sont des plus belles que l'on connaisse, et,

bien qu'elles soient exploitées depuis quelques années seulement, elles sont assez remarquables pour conquérir prochainement leur place dans nos palais et dans nos monuments.

MM. Michel et Cantini (n° 4263). — MM. Michel et Cantini exploitent la *serpentine* de Maurins, dans les Hautes-Alpes. Cette serpentine a une belle couleur vert foncé; c'est encore l'*ophicalce* de Brongniart, et, de même que la plupart des serpentines employées dans la marbrerie, elle est traversée dans tous les sens par des veines de chaux carbonatée spathique; tantôt ces veines sont blanches, tantôt elles sont pénétrées par une espèce d'asbeste qui leur donne une couleur vert clair ou vert céladon. La serpentine de Maurins ne le cède en rien à la serpentine d'Italie; mais elle ne présente pas de taches rouges comme la variété de serpentine que les marbriers nomment *rouge de Gênes*. Il y en a d'ailleurs des blocs qui ont jusqu'à $3^{m},5$ de longueur, et, par conséquent, il serait possible d'en faire des colonnes, comme avec la serpentine du Bivinco. Son prix est toutefois assez élevé, car, à Paris, il serait de 900 fr. le mètre cube, et il atteindrait 1,300 fr. pour les blocs permettant de faire des colonnes. Le mètre carré de la même serpentine sciée en tranches est de 30 fr., et pour le polissage il faudrait encore ajouter 18 francs par mètre carré.

La serpentine de Maurins n'est pas moins propre à la décoration architecturale qu'à l'exécution d'objets d'ornement. On en fait des plaques de revêtement, des cheminées, des pendules, des piédestaux, des colonnes. Elle avait été employée pour plusieurs objets de luxe fabriqués par l'industrie parisienne, et notamment pour un meuble remarquable que M. Fourdinois avait exposé dans la nef du Palais.

M. Astréoud (A.) (n° 4354). — M. Astréoud exploite aussi la belle *serpentine* de Maurins dans les Hautes-Alpes, et il la travaille dans son usine de Bon-Repos, à la Mure (Isère).

15 à 20 ouvriers sont occupés à l'exploitation de cette serpentine de Maurins; ce sont généralement des ouvriers piémontais; ils travaillent sous la direction d'un entrepre-

neur qui s'engage à fournir un nombre déterminé de mètres cubes. En 1854, on a exploité jusqu'à 110 mètres de serpentine, mais généralement on n'en extrait que 25 mètres cubes par année. La carrière est située au Mas-du-Louyet, hameau de Maurins, dans les hautes régions des Alpes, et le mauvais temps n'y permet l'exploitation que depuis le mois de juin jusqu'au mois de septembre. Elle fournit d'ailleurs des blocs de toutes les dimensions, et il serait facile d'avoir des colonnes de cette belle roche si propre à la décoration des monuments.

La serpentine de Maurins, exploitée par M. Astréoud, vaut à La Mure 500 fr. le mètre cube, et à Paris 750 fr. : son prix est moindre que celui indiqué par l'exposant qui précède. En tranches polies de $0^m,025$ d'épaisseur, elle revient à 24 fr. le mètre carré. Le transport à Paris augmente son prix de 11 à 13 fr., suivant qu'elle est en tranche brute ou polie.

M. Molinier (n° 4321). — M. Molinier, duquel nous aurons encore à parler lorsque nous nous occuperons des marbres, a également repris, en 1853, l'exploitation de la *serpentine* de Maurins, qu'il travaille dans son usine de Digne (Basses-Alpes). Il indique pour cette serpentine des prix qui sont encore inférieurs à ceux des deux exploitants desquels nous venons de parler.

M. Colin (R. J.) (n° 153). — La *serpentine* est exploitée par M. Colin, d'Épinal, à la carrière des Goujots, près d'Éloyes, dans le département des Vosges. Elle a une belle couleur verte, elle prend bien le poli, et elle présente des nuances brunes, rouges, vert clair, d'un effet très-agréable, mais elle est souvent traversée par des fissures, et comme il est rare de l'obtenir en gros blocs, on ne l'emploie guère que pour des ornements de petites dimensions. Cependant la carrière des Goujots a fourni des blocs qui cubaient jusqu'à 2 mètres. Cette serpentine, sciée en tranches, se vend au prix de 45 francs le mètre carré [1].

[1] Voir Serpentine des Vosges : Annales des Mines, t. XVIII, 1850, p. 309.

M. Séguin (n° 10162). — M. Séguin a commencé, en 1854, l'exploitation de la *serpentine* du Pech Cardaillac, dans la commune de Cahus (département du Lot).

Cette serpentine provient de carrières appartenant à M. le maréchal Canrobert. Elle a été reconnue sur une puissance de 22 mètres, et elle forme un banc qui est enclavé dans un granite gris à grain fin. Sa couleur est vert olive, vert pistache, vert noirâtre; on y observe un grand nombre de cristaux de diallage vert clair, à éclat nacré, qui sont entre-croisés dans tous les sens. Plusieurs mètres cubes ont été extraits et même fournis à l'État; mais la difficulté des transports et le mauvais état des chemins a jusqu'ici empêché de continuer l'exploitation.

Une route départementale que l'on va construire rendra les conditions de l'exploitation meilleures, et, d'un autre côté, on pourrait facilement établir une usine sur la rivière de la Cère qui est dominée par les carrières. La serpentine de Cahus a été exploitée il y a une cinquantaine d'années; on en a fait des tables et des dessus de meubles; on l'a aussi employée à la décoration des églises des environs.

M. Saint-Amand (n° 7868). — M. Saint-Amand exploite la *serpentine* de Veru, près de Saint-Céré, dans le département du Lot. Cette serpentine est vert jaunâtre clair, traversée par un grand nombre de petites veines de couleur vert noirâtre. Sur le tour, elle se laisse facilement travailler, sous forme de coupes et de petits objets, mais elle ne devient pas très-brillante par le poli. Le prix du mètre cube est de 300 fr. à Villeneuve, sur le Lot, et de 437 fr. à Paris.

M. Breton (n° 7844).—M. Breton a envoyé un échantillon de *serpentine* de la carrière d'Estival, qui est situé à quelques kilomètres de Saint-Céré. Cette serpentine a une couleur vert foncé, et elle renferme des cristaux de diallage ayant une couleur vert clair. Elle peut s'exploiter facilement. Sa carrière touche à une rivière à forte pente, la Bave, sur laquelle il serait aisé d'établir une usine; de plus elle est tout près d'une route départementale. L'exploitation de la

serpentine d'Estival aurait donc lieu dans des conditions avantageuses.

Dans le département du Lot, il existe d'ailleurs des massifs considérables de serpentine entre les extrémités des cantons de Bretenoux et de Saint-Céré; en sorte que la serpentine pourrait encore être exploitée dans d'autres carrières que celles qui viennent d'être citées.

M. Bonnefons (n° 202). — M. Bonnefons a présenté de nombreux échantillons de la *serpentine* d'Arvieu, canton de Cassagnes, département de l'Aveyron. Cette serpentine diffère assez de toutes celles desquelles nous avons parlé. Elle a une couleur vert foncé, nuancé de brun. Elle est traversée par de nombreuses veines de chlorite dont les cristaux disséminés dans sa pâte lui donnent quelquefois une structure porphyrique. Cette chlorite a une couleur blanchâtre, blanc verdâtre ou brun clair. La serpentine d'Arvieu contient aussi quelques cristaux de diallage. Elle prend mal le poli, et la présence d'une assez grande quantité de chlorite, la rapproche déjà de la pierre ollaire. Jusqu'à présent elle n'a pas été exploitée, et sa couleur sombre ne permettrait guère de l'employer dans la décoration.

### ROYAUME-UNI.

London and Penzance serpentine company (n° 1650). — En 1852, une compagnie s'est formée pour l'exploitation de la belle *serpentine* du cap Lizard, près Penzance, dans le Cornouailles. Cette serpentine s'étend entre le cap Lizard et la tête Noire (Black head) qui la limitent, l'un à l'ouest, l'autre à l'est; elle est recouverte par des roches trappéennes. Sur certains points, elle est associée à de la stéatite compacte qui se laisse tailler et polir avec la plus grande facilité; on a essayé de faire divers objets de décoration avec cette stéatite, mais elle a l'inconvénient d'être trop tendre.

La serpentine du cap Lizard est une des plus belles que l'on connaisse. Elle a une couleur vert olive plus ou moins foncée; elle présente souvent des taches nuancées de brun,

de rouge marron ou de rouge cerise. L'analyse a montré qu'elle renferme des oxydes de chrôme et de manganèse.

Des cristaux de diallage vert ou brunâtre, y sont quelquefois disséminés. Elle est aussi traversée par des veinules de serpentine noble et on y trouve un hydrosilicate blanc de magnésie qui paraît être de l'écume de mer; mais on n'y voit pas de chaux carbonatée. Elle prend très-bien le poli et elle le conserve fort longtemps, comme le témoignent quelques tombeaux en serpentine qui remontent à l'année 1710 et qui se trouvent dans l'abbaye de Westminster. Elle se laisse scier et tourner avec la plus grande facilité.

Cinq carrières sont actuellement ouvertes pour l'exploitation de la serpentine du cap Lizard; on y trouve des blocs qui ont plus de 3 mètres de longueur, ce qui est rare pour la serpentine pure, qui est le plus généralement très-fendillée; elle peut donc servir à faire des colonnes et être employée dans la décoration des monuments.

Le nombre des ouvriers occupés par l'exploitation et par le travail de cette serpentine est de 50, dont 40 dans les ateliers. Leur salaire est de 3 à 6 fr. par jour.

L'usine de Penzance a deux machines à vapeur, qui sont chacune de la force de 17 chevaux. Ces machines font mouvoir des scies, des tours, des machines à polir et à creuser les moulures droites ou courbes.

En Angleterre, la serpentine du cap Lizard se vend à peu près au même prix que le marbre blanc : ainsi le pied carré poli varie de 10 à 15 fr., lorsque les plaques ont plus d'un pouce d'épaisseur. Pour les tables et pour les parties travaillées sur la tranche, le prix s'élève jusqu'à 19 fr. le pied carré. Le prix de la tonne est compris entre 125 et 250 fr.

La valeur des produits fabriqués annuellement atteint 150,000 fr.; elle pourrait être doublée.

L'exposition de la compagnie de la serpentine de Penzance était extrêmement remarquable; on y voyait en effet des cheminées, des tables, des vases, des coupes, et une

foule de petits objets d'ornements qui étaient très-élégants. Par la vivacité et la variété de sa couleur, par son poli, par la facilité avec laquelle elle se laisse travailler, la serpentine du cap Lizard est une des plus propres à la décoration.

### ÉTATS SARDES.

Institut technique de Turin (n° 2). — La création de l'Institut technique de Turin remonte seulement à quelques années, et c'est à M. Barelli, chef du bureau de l'intendance générale des travaux publics, qu'est due la formation de sa collection. Cette collection comprend un grand nombre de matériaux de construction, mais nous ne parlerons ici que des *serpentines.* Comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, les *ophicalces* sont, parmi les serpentines, celles qu'on emploie le plus généralement dans la marbrerie. Elles sont surtout très-abondantes dans les environs de Gênes, et elles n'ont pas peu contribué à en faire une ville exceptionnelle par la richesse de ses constructions.

Nous allons énumérer les ophicalces les plus remarquables des États Sardes, et nous distinguerons les suivantes :

*Vert de Suze.* — Le vert de Suze est une *ophicalce* vert pré, vert clair ou quelquefois vert bleuâtre. Le carbonate de chaux, qui forme son ciment, est pénétré par une substance verte lamelleuse, à éclat soyeux et douce au toucher comme le talc; dans certaines parties cependant la chaux carbonatée est complétement blanche et saccharoïde. Le vert de Suze a été découvert en 1724, à Jaussimagna, commune de Bussolino, près de Suze. Le prix du mètre cube rendu à Turin est seulement de 300 fr.

*Vert du val Sesia.* — L'*ophicalce* du val Sesia est très-riche en chaux carbonatée, et sa couleur est d'un beau vert très-clair.

On la trouve à Roca, dans le val Sesia. Elle est en blocs erratiques qui sont assez gros pour qu'on y puisse tailler des colonnes.

Dans quelques échantillons l'ophicalce du val Sesia devient

vert émeraude et elle est mélangée de chaux carbonatée blanche; elle ressemble alors beaucoup à l'ophicalce connue sous le nom de *vert antique* qui a été si souvent employée par les Romains, et de laquelle nous parlerons un peu plus loin (États Pontificaux).

*Verde di Pegli.* — Dans les environs de Gênes on exploite encore plusieurs *ophicalces* qui sont fort belles. L'une nommée *verde di Pegli* se trouve dans le torrent Varenna, à Pegli. Elle présente des fragments de serpentine vert foncé, disséminés dans un ciment de chaux carbonatée vert très-clair, qui forme la plus grande partie de la roche. Le contraste de couleurs, résultant de la réunion du vert foncé et du vert clair, produit à l'œil un effet très-agréable.

*Vert de Gênes.* — A Pietra Lavezzara, commune de Larvego, près de Gênes, on exploite depuis un temps immémorial des *ophicalces* bien connues dans nos musées et dans nos principaux monuments. Les fragments de serpentine qu'elles renferment sont verts, verts noirâtres, et dans certaines parties, bruns, rouges ou rouges marrons. La chaux carbonatée qui forme leur ciment est toujours abondante ; sa couleur est blanche ou verdâtre. C'est dans la rivière Saint-Charles et à Polzevera qu'on trouve les plus belles ophicalces avec fragments de serpentine rouge. On emploie assez fréquemment en France la serpentine de Pietra Lavezzara et on la désigne quelquefois sous le nom de *vert de Gênes.* Son prix, à Turin, est de 400 fr. le mètre cube.

*Ophicalce de Levante.* — L'*ophicalce* de Levante présente une structure bréchiforme encore mieux caractérisée que les précédentes. Elle est toujours formée de fragments serpentineux cimentés par de la chaux carbonatée : mais ces fragments lui donnent une couleur rouge violacé, ou rouge lie de vin. Ils ne conservent plus leur couleur verte qu'accidentellement et dans quelques parties. L'ophicalce de Levante prend très-bien le poli ; toutefois elle est assez difficile à travailler. On lui donne en Italie le nom de *rosso* et *verde di Levante*, ou bien encore le nom très-impropre de

*granito di Levante;* en France on la nomme *rouge de Gênes*. Elle s'exploite au chemin de la Baraque à Bonassola.

*Serpentines.* — A Iramura, près de Levante, il y a aussi de belles *serpentines* avec diallage, mais elles sont très-peu employées dans la marbrerie.

### TOSCANE.

La *serpentine* verte du Prato en Toscane est bien connue sous le nom de *verde di Prato*. Elle contient des nodules de diallage qui sont moins brillants et plus fondus dans la pâte que cela n'a lieu pour les autres serpentines. Une multitude de veines microscopiques, généralement de couleur sombre, s'entre-croisent à l'infini dans tous les sens et lui donnent une structure réticulée et fragmentaire. Accidentellement elle est traversée par des veines plus grandes de serpentine noble, ayant une couleur claire, verdâtre ou blanchâtre. Elle est moins dure que la serpentine ordinaire et elle prend peu d'éclat sous le poli; mais elle rachète ce défaut par la grande facilité avec laquelle elle se laisse découper. La statue de Mercure, de MM. Visconti et Bracci; la belle coupe de MM. Vincent et François Scheggi, nous ont montré qu'elle peut remarquablement se prêter à l'exécution des sculptures les plus délicates.

M. A. Carpi (n° 15). — La *serpentine* du Prato a été employée dans la construction de plusieurs monuments de la Toscane, notamment dans les plus belles églises de Florence, telles que la cathédrale, le Campanile de Giotto, l'église Saint-Jean. Mais on ne trouvait plus dans ces derniers temps des blocs aussi beaux et aussi grands que ceux exploités autrefois, en sorte que des réparations urgentes devenaient difficiles. M. Carpi a été assez heureux pour trouver au Monte-Picciolo, dans le massif du Monte-Ferrato, des carrières de serpentine qui ne laissent rien à désirer. Parmi ces carrières, les unes sont anciennes; les autres sont au contraires nouvelles. Leur exploitation est commencée seulement depuis une année, et on en a déjà

extrait des blocs qui ont servi à faire des statues de 1 mètre de hauteur.

La *serpentine vert foncé* est la plus estimée et celle dont la recherche offrait le plus d'intérêt, parce qu'elle a été employée dans les anciens monuments ; c'est le *nero antico di Prato*. Elle résiste beaucoup mieux à l'altération de l'atmosphère que la variété vert clair ; aussi a-t-elle été employée à l'extérieur dans les églises de Florence que nous avons mentionnées.

D'autres variétés de serpentine sont encore exploitées ; nous signalerons notamment :

La *serpentine vert foncé tachetée de vert clair ;* elle est nommée en Toscane *serpentino brizzolato.*

La *serpentine vert-pois*, nommée *pisello fiorellato ;* elle a une couleur vert clair un peu bleuâtre, et des taches blanches ; elle est traversée par un réseau de veines de couleur vert noirâtre.

Enfin, une variété assez semblable à la peau d'une grenouille a été nommée *ranocchiaja :* elle ne se trouve qu'en petits fragments, par conséquent elle doit seulement être indiquée comme une curiosité minéralogique.

Le chevalier E. de Pazzi (n° 154). — Le chevalier E. de Pazzi avait exposé une table en *serpentine* vert foncé du Prato. Cette table avait à peu près $1^m,50$ de longueur sur $0^m,70$ de largeur, et il est assez rare que la serpentine du Prato s'obtienne en blocs de cette dimension.

### ÉTATS PONTIFICAUX.

M. Diès (G.) (n° 57). — Deux petites coupes, exposées par M. G. Diès, à Rome, étaient cotées au prix très-élevé de 1,000 francs. La matière de ces coupes était une *ophicalce* bréchiforme très-rare, dont le gisement nous est maintenant complétement inconnu. On la désigne dans la marbrerie sous le nom de *vert antique.* Elle a une belle couleur vert-pré ou vert-émeraude. Elle est formée de fragments de serpen-

tine, qui sont entourés par de la chaux carbonatée cristalline. Une substance soyeuse, lamelleuse ou asbestiforme, d'une couleur vert clair, pénètre et colore la chaux carbonatée dans laquelle elle se fond. Sur quelques points aussi, on a des taches arrondies de chaux carbonatée blanche et saccharoïde. Certaines brèches serpentineuses de Polzevera et du val Sesia, près de Gênes, ressemblent assez au *vert antique;* mais leur couleur n'est cependant pas d'un aussi beau vert-émeraude.

Les Romains ont beaucoup employé le *vert antique*; aussi le retrouve-t-on souvent dans les fouilles de Rome et dans tous les musées.

### ESPAGNE.

Parmi les collections de marbres de l'Espagne, nous avons remarqué des *serpentines* exposées par MM. G. Schulz, Moreno, Benavidès, ainsi que par l'École des Beaux-Arts de Ségovie. Il y avait notamment une petite pyramide en serpentine, de la Sierra Nevada. Cette *serpentine* présente comme à l'ordinaire une couleur vert foncé, et elle contient des cristaux de diallage vert clair.

— A Saint-Jean, dans la province de Grenade, également dans la Sierra Nevada, se trouve une *ophicalce* qui a une très-belle couleur vert-émeraude. On y observe beaucoup de parties calcaires formées par de la chaux carbonatée cristalline et colorée en vert clair; les parties serpentineuses forment des veines d'un vert plus foncé ou même noirâtre; elles sont associées à du pétrosilex et à des veinules hiéroglyphiques de fer oxydulé. Cette roche est donc une ophicalce pétrosiliceuse. Elle est spéciale à l'Espagne, et on ne connaît pas de roche qui ait une plus belle couleur verte. Elle est éminemment propre à la décoration, aussi les Maures l'ont-ils employée dans l'Alhambra.

### AUTRICHE.

M. J. Doppler (n° 11). — M. Doppler, marbrier à Salzbourg, en Autriche, avait exposé deux belles *serpentines*

vert noirâtre qui prennent bien le poli, et qui s'exploitent à Lind et à Gastein ; la 1re se vend 20 fr. et la 2e 24 fr. le pied cube pris à Salzbourg. Le prix du pied carré poli est de 16 fr.

### GRÈCE.

M. Christian Sieyel (n° 38). — M. Christian Sieyel avait présenté des échantillons polis de la *serpentine* de Tenos. Cette serpentine est une *ophicalce* qui a une couleur verte très-vive, et qui est traversée par des veines blanches ou verdâtres de chaux carbonatée. On y observe aussi du fer oxydulé et de la pyrite de fer. Elle ressemble beaucoup à l'ophicalce de Maurins, dans les Hautes-Alpes (p. 71).

### ÉGYPTE.

S. H. le vice-roi d'Égypte (n° 4). — Parmi les roches provenant de la haute Égypte, nous avons remarqué une *serpentine* verdâtre traversée par une multitude de veines vert noirâtre. Elle est assez ordinaire comme pierre d'ornement, car elle prend mal le poli ; mais elle est accompagnée par une *euphotide serpentineuse*, ayant une pâte de pétrosilex d'une belle couleur vert-émeraude ou vert-pistache ; cette dernière roche prend au contraire très-bien le poli, et elle serait assurément susceptible d'emploi dans la décoration si elle pouvait être obtenue en gros blocs.

—Les anciens ont exploité la *serpentine* qui se trouve près de la route de Keneh à Kosseir, et ils lui donnaient le nom de *pierre de Baram*. On rencontre même dans les ruines de l'Égypte de petites sculptures en serpentine, ainsi que des assiettes et des vases qui ont été travaillés sur le tour. Il y a plusieurs de ces objets dans le musée Égyptien du Louvre, et ceux qui ont été tournés sont formés par une *serpentine chloritique* passant à la pierre ollaire.

### CANADA.

Commission géologique du Canada (n° 8). — Les serpentines jouent un rôle important dans la Géologie du Ca-

nada ; il y en a, par exemple, à Grenville, et elles couvrent même une étendue d'une cinquantaine de lieues dans les cantons de l'est. Elles sont enclavées dans les roches métamorphiques, et elles appartiennent au groupe de la rivière Hudson, qui fait partie du terrain silurien inférieur. D'autres appartiennent au terrain laurentien.

La Commission Géologique avait exposé deux plaques polies de *serpentines*, l'une d'Oxford, l'autre de Brompton Lake. Ce sont des ophicalces qui ont quelque ressemblance avec celles de Saint-Véran, dans les Hautes-Alpes ; la chaux carbonatée qui les traverse sous forme de veinules, présente en effet une couleur verte plus claire que le reste de la roche. Dans la serpentine de Brompton Lake, les fragments de serpentine sont vert noirâtre, et ils sont quelquefois entourés par des veines sinueuses de couleur vert bleuâtre ; cette dernière variété est surtout très-remarquable, et elle pourrait être avantageusement employée dans la marbrerie.

INDE.

Compagnie des Indes (n° 13). — A Assam, dans le Bengale, il y a des *serpentines* qui servent à la décoration (C^ie^ des Indes, n^os^ 6903, 6904). Elles ont une couleur verte foncée ou même noirâtre, et elles sont traversées par des veines d'une belle couleur vert-émeraude. Elles renferment quelquefois un peu de pyrite, mais surtout du fer oxydulé qui les empêche alors de bien prendre le poli. Elles paraissent associées à des calcaires serpentineux, vert jaunâtre ou jaune-serin, desquels nous parlerons quand nous nous occuperons des marbres.

## ROCHES CHLORITIQUES ET TALQUEUSES.

Nous avons seulement à examiner, parmi les *roches chloritiques et talqueuses* de l'Exposition, celles qui sont susceptibles d'emploi dans les constructions, ou bien celles qui ont des usages domestiques.

Comme leur nom l'indique, ces roches sont essentiellement formées de chlorite ou de talc ; elles sont d'ailleurs très-voisines des serpentines. Elles sont très-tendres et elles se taillent avec la plus grande facilité ; elles se laissent même scier ou travailler sur le tour. De plus, elles sont très-réfractaires, comme tous les silicates de magnésie. De ces deux propriétés principales découlent leurs usages dans l'industrie.

On s'en sert en effet pour fabriquer sur le tour des ustensiles de ménage. Dans quelques parties montagneuses de la Suède, de la Norwége, de la Suisse, des États Sardes, et surtout dans l'Inde, ces ustensiles sont employés d'une manière régulière et remplacent complétement la poterie.

—Jusqu'à présent les roches qui servent à fabriquer ces ustensiles ont été peu étudiées, et l'Exposition en ayant réuni plusieurs variétés provenant de toutes les parties du monde, nous avons pensé qu'il y avait de l'intérêt à faire quelques essais pour déterminer leur composition minéralogique. Nous donnerons successivement les résultats de ces essais ; contentons-nous de remarquer, quant à présent, que les roches auxquelles on donne spécialement le nom de *pierres ollaires* sont essentiellement des roches chloritiques.

Leur composition minéralogique n'a du reste rien de constant. La chlorite peut y être associée à du talc, à de la serpentine, à du fer oxydulé, à de la pyrite, et, ce qui est plus remarquable, à des carbonates. S'il est bizarre en effet qu'une roche destinée à subir l'action directe du feu soit formée d'hydrosilicates pouvant contenir comme la chlorite plus de 10 pour cent d'eau, il est assurément plus extraordinaire encore d'y trouver des carbonates.

— De même que les roches chloritiques, les *roches talqueuses* sont quelquefois travaillées sur le tour ; mais elles sont beaucoup moins propres à se façonner en objets délicats.

— Les roches chloritiques et talqueuses sont réfractaires ; aussi les emploie-t-on à la construction de fours et de fourneaux. Ce sont surtout les roches talqueuses qui sont réser-

vées à cet usage, et en Styrie, par exemple, on taille la stéatite compacte sous forme de briques, qui servent à construire des fours à puddler.

### SUÉDE ET NORWÉGE.

M. Lykkenspröve (n° 60).—M. Lykkenspröve avait exposé divers objets en *pierre ollaire* de Drontheim (Norwége). Il y avait notamment des vases, des coffrets, des serre-papiers et un monument funéraire. Le monument funéraire était formé par une chlorite compacte, dans laquelle de la chlorite avait cristallisé en paillettes vert noirâtre. Du fer oxydulé titané et de la pyrite de fer y étaient disséminés. La roche était fortement imprégnée de chaux carbonatée; des filons de chaux carbonatée blanche et spathique la traversaient même dans divers sens. Les salebandes de ces filons étaient quelquefois de la chlorite en grandes lamelles; on y voyait aussi de la pyrite de fer.

La pierre ollaire de Drontheim se laisse tailler et tourner facilement; de plus elle prend assez bien le poli. Un essai d'un échantillon qui ne contenait pas de chaux carbonatée a donné :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Silice. . . | 27,53. | Magnésie, Alumine, Oxyde de fer. | 58,92 |
| Chaux.. . | 1,50. | Eau. . . . . | 12,05 |

Cette *pierre ollaire* de Drontheim est donc presque entièrement formée par la variété de *chlorite* nommée *ripidolithe*, qui diffère de la chlorite ordinaire en ce qu'elle contient beaucoup d'oxyde de fer.

L'usine de Drontheim occupe six ouvriers, qui reçoivent de 1 fr. 50 c. à 2 fr. 75 c.

M. Thoresen Erick (n° 7). — M. Thoresen Erick avait envoyé d'Ulset, dans la paroisse de Kvikne, des ustensiles de ménage en *pierre ollaire*, notamment des marmites garnies d'armatures en fer, comme celles qu'on fabrique à Chiavenna.

Cette pierre ollaire ressemble en effet beaucoup à celle de Chiavenna; elle est vert grisâtre et elle contient des lamelles

de chlorite vert foncé. Elle fait, avec l'acide chlorhydrique, une effervescence lente mais prolongée, indiquant un mélange de carbonate de fer ; de plus, elle donne un dégagement d'hydrogène sulfuré. Sa perte au feu est de 14,25.

Elle renferme des grains de fer oxydulé.

M. le baron de Reverony-Saint-Cyr (n° 79).—M. le baron de Reverony-Saint-Cyr avait présenté une collection d'ustensiles de ménage en *pierre ollaire* de Dingelvik (Elfsborg). Ces ustensiles sont travaillés sur le tour et garnis d'anses ou d'armatures en fer ; leur extérieur seul est poli. Ils sont assez minces, légers et d'un très-bon usage : leur prix ne dépasse pas 3 à 4 fr. La pierre ollaire de Dingelvik est presque entièrement formée par une chlorite (ripidolithe) vert foncé, disposée suivant des veines parallèles.

### SUISSE.

La *pierre ollaire* de Chiavenna ressemble beaucoup à celle de Kvikne, en Norwége. Elle sert également à faire des marmites ou des ustensiles de ménage, et il est assez bizarre qu'elle renferme aussi une proportion très-notable de carbonate. Elle a une couleur vert grisâtre. On l'a souvent regardé comme du talc compacte, mais l'essai qui suit montre qu'elle est surtout formée de chlorite dont elle contient de grandes lamelles ayant une couleur blanche, verdâtre ou vert-pré. Un triage exécuté avec le barreau aimanté m'a fait voir qu'elle est mélangée de 8 p. 100 de fer oxydulé et de 0,3 de pyrite de fer ; cette pyrite est en cristaux cubo-octaèdres. Il y a aussi du carbonate de fer en grains disséminés qui, après calcination, sont facilement reconnaissables à leur couleur brune.

Elle renferme 36,63 de silice, et sa perte au feu est très-considérable, car elle s'élève à 20,50 p. 100.

— On trouve encore à Chiavenna une roche talqueuse, mais elle n'est pas employée à faire des ustensiles de ménage. Elle est formée par un *talc* compacte, pénétré par des lamelles de chlorite et des aiguilles d'amphibole. Sa perte

au feu est seulement de 6 p. 100. Lorsque cette roche est soumise à une forte calcination, elle se fritte, et elle peut même fondre, en donnant une scorie noire.

### ÉTATS SARDES.

Institut technique de Turin (n° 2). — On exploite des *pierres ollaires chloritiques* sur plusieurs points du Piémont. Elles sont de couleur verte, presque entièrement formées de lamelles de *chlorite* qui leur donnent une structure un peu schistoïde. Elles se travaillent très-facilement sur le tour, et on en fait des ustensiles de ménage. Ces pierres ollaires proviennent de Montescheno, commune d'Ossola; des environs de Pigneroles; de Campei, commune de Camandona, près de Bielle; de Balma della Vessa, commune d'Ala, près de Turin.

— On fait également des ustensiles de ménage avec un *talc* ou avec une *stéatite* qui se trouve à Prales, près de Pigneroles. Cette stéatite est blanche et ressemble à celle de Briançon. Comme elle est d'ailleurs très-tendre, il est nécessaire de donner aux ustensiles qui en sont fabriqués des formes plus massives qu'à ceux qui sont en pierre ollaire proprement dite ou en chlorite compacte.

### AUTRICHE.

M. A. Heinrich (n° 45). — Au Freiheitsberg, près de Zoptau, en Moravie, on exploite un *schiste talqueux* qui est employé à différents usages dans les constructions. On en fait, en effet, des chambranles de portes, des auges, des briques réfractaires. Les dalles de ce schiste, taillées à une épaisseur de $0^{m},03$, se vendent dans la carrière au prix de $0^{f},77$ le mètre carré.

Le schiste talqueux du Freiheitsberg est formé, pour la plus grande partie, de talc nacré, ayant une couleur gris verdâtre ou bleuâtre. Il contient aussi quelques lamelles de chlorite vert foncé, ainsi que du fer oxydulé. Il se laisse

tailler et scier avec facilité. Il forme une couche dans laquelle la structure schisteuse est bien prononcée.

COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

M. Mac-Mannis (n° 45). — M. Mac-Mannis avait exposé un *schiste chlorité* de Potton, dans le bas Canada.

Cette roche a une couleur vert grisâtre très-clair. Elle est douce au toucher. On reconnaît, à la loupe, qu'elle est composée de petites lamelles de chlorite, qui sont orientées dans le même sens et qui lui donnent une structure schistoïde. Un essai a montré qu'elle contient :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Silice. . . | 29,88. | Magnésie, Alumine, Oxyde de fer. | 57,85 |
| Chaux.. . | 0,77. | Eau. . . . . | 11,50 |

Elle n'est d'ailleurs pas mélangée de carbonates, comme la plupart des roches précédentes; c'est donc un schiste qui paraît entièrement formé de *chlorite*.

Le schiste chlorité de Potton se taille et se coupe avec une grande facilité. On peut très-bien le débiter en tranches ou en dalles, avec une simple scie à bois. On l'emploie à différents usages dans les constructions. Comme il résiste bien au feu, il sert notamment à faire des fourneaux. On en fabrique aussi des cercueils.

Il se présente en couches considérables dans le terrain silurien inférieur, qui est immédiatement au-dessus du terrain laurentien. Il est quelquefois associé à la dolomie ou à la serpentine, et, comme cette dernière roche, il contient du fer chromé. Il est surtout associé au talc compacte ou à la stéatite qu'on trouve sur un grand nombre de points du Canada, notamment à Sutton, à Bolton, à Melbourne, à Potton, à Vaudreuil (Beauce), à Broughton, à Elzivir. Dans le Vermont, et à Boston, aux États-Unis, le même *schiste chlorité* est exploité sur une grande échelle; il fait même l'objet d'un commerce important.

— Quant à la *stéatite* du Canada, elle sert de pierre réfractaire.

Celle de Stanstead et de Leeds est aussi réduite en poudre et employée dans la peinture [1].

### INDE.

Compagnie des Indes. — L'Inde présentait plusieurs variétés de *pierres ollaires.*

— La *pierre ollaire* de Gya (Inde-Bengale, n° 6157) est vert noirâtre. Elle contient un très-grand nombre de lamelles de *chlorite* (ripidolithe) qui lui donnent sa couleur foncée. Sa perte au feu est de 7,7. Elle ressemble beaucoup à la pierre ollaire de Drontheim, en Norwége, et elle prend de même assez bien le poli. Elle se laisse d'ailleurs facilement tailler et sculpter ; en sorte qu'on en fait une foule d'objets destinés aux usages domestiques, tels que pipes, tasses, mortiers, assiettes.

— Une autre variété de *pierre ollaire*, d'une couleur gris d'ardoise, vient de Kutnagherry (n° 273). Elle a une structure un peu schistoïde. Elle est en grande partie formée de lamelles de *chlorite* verdâtre qui ont plusieurs millimètres de largeur. Elle ne fait pas effervescence avec les acides. Par calcination elle prend une couleur gris clair : sa perte est alors de 8,5. Cette pierre ollaire se travaille à Madras ; on en fait des ustensiles de ménage de toute nature et de toutes dimensions. Elle peut remplacer complétement la poterie, même dans les maisons qui jouissent d'une certaine aisance ; l'Exposition nous montrait, par exemple, le ménage d'un brahmine ayant un revenu de 75 roupies par mois, qui était entièrement en pierre ollaire.

— On fait encore des ustensiles de ménage beaucoup plus grossiers et plus épais que les précédents, avec une *stéatite* ou un *talc* compacte, blanc jaunâtre. Ce talc contient quelquefois des cristaux de disthène. Il est connu dans l'Inde sous le nom de *balpum* ; on le taille sous la forme de crayons, et alors il s'emploie aux mêmes usages que notre craie de Briançon.

[1] *St. Hunt :* Esquisse Géologique du Canada.

— Enfin une roche qui diffère complétement des précédentes, mais qui se travaille très-bien sur le tour, est celle d'Allahabad, dans l'Inde-Bengale (nos 2889, 2890). Sa couleur est blanche, jaunâtre avec marbrures verdâtres ou rougeâtres. Elle est dure comme une serpentine, compacte, translucide et d'un éclat corné. Elle ne contient pas de chlorite. On en fait des tasses, des soucoupes, etc. Elle se laisse tourner en objets beaucoup plus délicats que ceux qu'on fabrique avec les pierres ollaires proprement dites.

## B. — ROCHES QUARTZEUSES.

Les **roches quartzeuses** sont des matériaux qui jouent un rôle important dans les constructions.

— Elles s'emploient d'abord pour la décoration, mais beaucoup moins que les roches feldspathiques, parce qu'elles sont plus difficiles à tailler, et parce que celles qui prennent bien le poli ne peuvent pas s'obtenir en blocs de grandes dimensions.

Cependant le quartz hyalin, la calcédoine, l'agate, l'héliotrope et le jaspe sont extrêmement recherchés; ils servent fréquemment pour les mosaïques en pierres dures, ainsi que pour de petits objets d'ornement. Parmi les produits les plus remarquables en ce genre, on peut citer de belles coupes en quartz vert-héliotrope et en cristal de roche, qui avaient été exposées par M. Morel. La bijouterie, l'orfévrerie et l'horlogerie de Paris présentaient aussi différents objets en cristal de roche ou en pierres dures. Mais c'est surtout à Oberstein, dans le duché d'Oldenbourg, que l'agate est travaillée sur la plus grande échelle et transformée en une multitude d'objets d'ornement. L'agate est également travaillée sur plusieurs points de l'Inde, notamment à Cambay, dans la présidence de Bombay et à Banda, dans l'arrondissement d'Allahabad, au Bengale; sa taille et son poli atteignent le plus haut degré de perfection. Elle a même

été employée dans les mosaïques florentines qui décorent les sépultures royales d'Agra et de Delhi [1].

A toutes les époques d'ailleurs, et chez tous les peuples, les roches quartzeuses ont servi aux mêmes usages. Dans les premiers âges, et avant la découverte du fer, elles ont été employées à faire des amulettes, des armes, des flèches, des haches; maintenant encore les sauvages leur donnent la même destination. Ils les taillent souvent avec une grande habileté, comme le montraient différents objets en quartz vert, qui avaient été travaillés par les naturels de la Nouvelle-Zélande. Les collections du Canada et de plusieurs parties de l'Amérique nous présentaient aussi des haches, des lances et des flèches faites avec des roches quartzeuses taillées par les sauvages.

— Les roches quartzeuses sont très-souvent employées comme pierres à aiguiser et comme pierres meulières. L'Exposition nous montrait surtout une très-belle collection de meules faites en meulières, en grès, en granites ou en roches volcaniques. Les meules étant rangées dans la la Ire Classe, la XIVe Classe n'a pas dû s'occuper de leur examen ; nous observerons seulement que les meules en grès provenaient surtout du grès bigarré des Vosges, notamment de Birkemberg, d'Épinal, de Bains, de Celles et de Marcilly. Il y en avait aussi en grès bigarré et keupérien du Wurtemberg. Toutefois la plus grande partie des meules étaient en silex meulière, exploité à la Ferté-sous-Jouarre, à la Ferté-Bernard et à Épernon, pour la France ; aux environs de Charleroi et de Namur, pour la Belgique.

— Depuis un temps immémorial on emploie le diamant, le corindon, ainsi que l'émeri, à la taille et au perforage des pierres précieuses ; mais il n'est cependant pas à notre connaissance qu'on les ait utilisés jusqu'à présent pour tourner des roches quartzeuses ou feldspathiques de grandes dimensions.

[1] *D. Wyatt:* Reports on the Paris Exhibition, p. 327.

M. Bigot-Dumaine, que nous avons déjà mentionné précédemment (p. 17), a essayé le premier de se servir du diamant noir pour tourner des meules en silex. Il a fait, dans ce but, une expérience sur le silex d'Épernon, qui est le plus compacte et le plus dur qu'on puisse trouver. Il a constaté qu'il se laisse tourner moins facilement que le granite, parce que de petites secousses sont produites par ses cavités ; mais, quoi qu'il en soit, les résultats obtenus ont été très-satisfaisants, car le silex est enlevé avec la plus grande facilité, et le diamant noir ne se brise pas. La meule tournée au diamant noir par M. Bigot-Dumaine se trouvait avec celles de M. Theill (n° 198, France) ; elle était beaucoup mieux travaillée et plus propre à la mouture du grain qu'aucune autre; elle revenait de plus à un prix moins élevé.

L'emploi du diamant noir permet donc de réaliser un progrès important dans la préparation des meules en silex.

— Si nous considérons maintenant les roches quartzeuses comme matériaux de construction proprement dits, nous les trouvons fréquemment employées, surtout lorsqu'elles sont à l'état de grès.

Les grès sont formés de grains de quartz plus ou moins agglutinés par un ciment ; ce ciment peut être calcaire ou siliceux. Quelquefois même, les grains de quartz sont directement soudés l'un à l'autre. De l'argile ou de l'argilite est assez souvent mélangée au grès ; elle le rend alors plus facile à tailler, mais en même temps plus friable.

Lorsque les grès sont à ciment siliceux, ils ont, sur les calcaires, l'avantage de mieux résister à l'action de l'atmosphère, et même leur durée est presque indéfinie ; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour le grès du Wurtemberg, duquel nous parlerons plus loin.

Les grès compactes et fortement cimentés ont beaucoup de cohésion : ils sont difficiles à tailler, et ils résistent très-bien aux chocs ; aussi les emploie-t-on pour le pavage.

Ils se trouvent dans tous les terrains géologiques ; mais

c'est dans les terrains secondaires qu'ils sont le plus abondants. Leur emploi dans les constructions est vulgaire ; il n'est donc pas étonnant qu'ils ne soient représentés à l'Exposition Universelle que par un petit nombre d'échantillons. Ceux qui y ont été envoyés se distinguent généralement par des qualités exceptionnelles, ou bien encore, ils proviennent de carrières récemment découvertes.

Nous allons maintenant décrire avec détail les matériaux de construction qui appartiennent aux **roches quartzeuses**.

## FRANCE.

Palais de l'Industrie. — Le Palais de l'Industrie présentait lui-même un exemple assez remarquable de l'emploi du grès, car son soubassement est construit avec du *grès bigarré* des environs de Phalsbourg.

D'après les renseignements que nous a transmis M. Viel, architecte du Palais, la taille de ce grès demande quelque soin ; elle avait été exécutée par des ouvriers du pays qui le livraient au prix de 68 fr. le mètre cube équarri sur dimensions données.

M. F. Beraud (n° 4255). — M. Beraud, marbrier au Puy, avait envoyé des *grès* de la Haute-Loire qui fournissent de bons matériaux de construction.

Le *grès* psammite de Blavozy a beaucoup de cohésion : son poids spécifique est de 2,30, et il est employé pour la sculpture ; son prix à la carrière est de 50 fr. le mètre cube. Une variété du même *grès*, qui ne pèse que 2,20, est aussi employée pour pierre de taille ; son prix est seulement de 20 fr.

Il y avait encore un *grès* de Langeac, ainsi qu'une autre variété du *grès* de Blavozy, pesant 2,43 ; ces grès servent à faire des meules pour moudre le blé.

M. Porte (n° 4332). — M. Porte avait présenté des plaques minces de *grès bigarré* des Voivres (Vosges). On les connaît dans le pays sous le nom de *laves*, et elles sont exploitées

pour toitures ; elles ont l'inconvénient d'être lourdes et de se briser facilement ; cependant les plus belles variétés peuvent être réduites à l'épaisseur d'une forte ardoise.

Dans la Haute-Saône, on donne aussi le nom de *lave* à un calcaire schistoïde et très-fissile de l'oolite jurassique qui s'exploite dans les environs de Vesoul, et qui sert également à couvrir les maisons. Le même calcaire se retrouve dans le département du Lot.

Département du Calvados (n° 4274). — Le Département du Calvados avait exposé une collection des matériaux qu'il emploie pour les chaussées empierrées. Ceux de ces matériaux qui appartenaient aux roches quartzeuses étaient :

*Quartz* blanc des carrières du Café chantant.
*Id.* gris des carrières de Faux-Frileux.
*Id.* noir des carrières du Château-à-la-Dame.
*Grès* gris des carrières du Champ-Bidard, près Condé.
*Id.* rougeâtre des carrières des Augets, près Caen.
*Id.* rouge violacé des carrières de May et de Feuguerolles.
*Id.* gris des carrières de May et de Feuguerolles.
*Id.* gris, avec taches rouges violacées, de Sousmont.
*Id.* gris avec taches rouges violacées, des carrières de Poligny.
*Id.* gris violâtre des carrières de Jurques et Montboscq.
*Id.* gris clair des carrières de la Liberté, près Falaise.
*Id.* gris des carrières d'Urville.
*Id.* rougeâtre des carrières de la Landelle et les Roches pendantes.
*Silex* des carrières de la Manerbe.
*Id.* des carrières de Croisilles.
*Id.* des carrières de Janville et Bessières.
*Cailloux roulés*, formés de *grès*, des carrières de Tournières.
*Id.* formés de *grès*, des carrières de Cussy.
*Id.* formés de *grès*, des carrières de Bernières-Bocage.

Il y avait aussi des pavés en *grès* silurien de May, dont le prix était de 70 fr. le mille, et des pavés en *grès* de Feuguerolles, dont le prix était seulement de 40 fr.

M. Deriencourt. — M. Deriencourt exploite, depuis 1842, des *grès* quartzeux qui donnent de bons pavés. Le mille de ces pavés, pris sous vergues à Cherbourg, est livré aux prix suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pavés | 1re classe de 0m,16 sur | 0m,20. . . . . | 260 fr. |
| *Id.* | 2e classe de 0 ,12 | 0 ,16. . . . . | 160 |
| *Id.* | 3e classe de 0 ,12 | 0 ,12. . . . . | 120 |

Ces prix sont beaucoup plus élevés que ceux des pavés de porphyre de la Belgique qui ont cependant une durée et une résistance plus grandes.

### ALGÉRIE.

Dans les carrières du Vieux Tenès et aux îles Pizan, on exploite un *grès* quartzeux, à grain grossier, à ciment calcaire (nos 34, 37). Ce grès est quelquefois micacé et devient bleuâtre. Il est très-compacte, et il fournit de bons pavés. On s'en sert aussi pour faire les petits moulins à bras qui sont employés par les Arabes pour écraser le blé.

### WURTEMBERG.

M. Wagner (n° 92). — M. Wagner, à Stuttgart, dirige, dans le Wurtemberg, de grandes exploitations de matériaux de construction.

L'ensemble de ces matériaux était représenté dans l'annexe par une pyramide dans laquelle les différentes roches se succédaient dans l'ordre de leur formation. A la base les granites, puis les grès bigarrés, le keuper, le lias, les calcaires jurassiques, le grès de la molasse, et le tuf calcaire.

Nous avons déjà parlé des granites (p. 33), nous allons maintenant faire connaître les roches quartzeuses qui sont toutes des *grès*.

Le tableau suivant résume leurs principales propriétés d'après d'après les renseignements qui nous ont été donnés par M. Wagner :

| Désignation des Grès. | Caractères. | Résistance à l'écrasement pour 1 pouce cube. | Densité. | Prix du pied cube à la carrière 1. | Usages. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Livres. | | k. | |
| Grès bigarré de Hausen. | Grain très-fin et belle couleur rouge. | | | | Constructions monumentales. |
| — de Friederichsthal. | Il se trouve en blocs erratiques ; il est très-réfractaire. | » | 2,22 à 2,36 | 12 | Chemise intérieure des hauts fourneaux. |
| — de Losburg.. . . . | Réfractaire. | | | | |
| — de Dietersweiler. . | Réfractaire. | | | | |
| | | l. | | k. | |
| Grès du keuper inférieur de Kornwestheim. | Ils peuvent se débiter en blocs ou en larges dalles. Leur grain est fin ; ils se taillent facilement. | 4979 | 2,14 à 2,28 | 12 | Constructions. Ceux qui sont blancs sont employés à la sculpture ; on en fait aussi des meules à aiguiser. |
| — du keuper moyen de Stuttgart. | | 7635 | | 12 | |
| — rouge du keuper moyen de Maulbronn | | 7476 | | 12 | |
| — rouge du keuper de Muhlhausen. | | 5128 | | 12 | |
| — du keuper supérieur de Schlaydorf et de Stuttgart. | Gros grain ; couleur gris blanchâtre. | 2095 | 2,02 | 12 à 24 | Constructions monumentales (Cathédrale de Cologne). |
| | | l. | | | |
| Grès du lias du Pleiningen. | . . . . . | 3856 | 2,10 | 12 à 24 | Constructions. |
| — du lias de Rechberghausen. | | | | | |
| — de l'oolite du Jura brun d'Aalen. | Réfractaire. . . . . | » | 1,96 | 12 | Employé pour les hauts fourneaux. |
| Grès de la molasse de Baltringen. . . . . | Pierre de construction de qualité inférieure. | l. 687 | 2,16 | 12 | Constructions ordinaires. |

Les grès bigarrés du Wurtemberg s'exploitent dans la forêt Noire, et leur prix de revient est peu élevé. Leur densité est d'autant plus grande que leur grain est plus fin. Ils se taillent très-facilement, et on les débite, soit en blocs, soit en larges dalles. Leur résistance à l'écrasement est grande. Ils sont recherchés pour les constructions. Il y en a qui sont réfractaires. Lorsqu'ils sont à gros grain, on les emploie comme pierres meulières pour moudre la farine. Quand ils sont tendres, on les emploie aussi comme meules à aiguiser.

— Parmi ces grès de Wurtemberg, il en est un très-remarquable qui a fixé d'une manière toute particulière l'attention du jury, c'est le *grès du Keuper supérieur.*

1 1 pied cube du Wurtemberg égale 27/37 du pied français ; 1 florin vaut 2 1/7 francs.

Il s'exploite dans les environs de Tubingen, de Nurtingen et de Stuttgart. La meilleure qualité vient de Schlaydorf et du Hollsteinbruch. En 1854, on en a extrait 120,000 pieds cubes dans six carrières qui occupaient 120 ouvriers; la production annuelle est donc de 1,000 pieds cubes par ouvrier.

Le prix du pied cube brut, sur la carrière, varie de 12 k. à 24 k. Lorsqu'il est taillé, son prix augmente de 6 k. par pied cube.

Ce grès est poreux, gris blanchâtre ou même blanc. Son grain n'est pas constant. La variété qui est plus spécialement employée aux constructions est à gros grain. Suivant la grosseur de son grain, on emploie aussi ce grès comme meule à moudre ou à décortiquer le riz, ou bien comme meule à aiguiser.

Il est réfractaire et il peut servir à construire des fourneaux; on le désigne, même en Allemagne, sous le nom de *stubensandstein*. Sa résistance à l'écrasement est à peine moitié de celle des autres grès du keuper, mais cet inconvénient est bien compensé par son inaltérabilité, par sa grande légèreté, par la facilité avec laquelle il se laisse tailler et sculpter. Des églises gothiques, construites au XIII^e^ siècle avec le grès supérieur du keuper, prouvent combien il est inaltérable. Il est surtout remarquable en ce qu'il ne se décompose aucunement à l'air, et ne se couvre pas de plantes parasites; aussi conserve-t-il sa couleur blanchâtre après plusieurs siècles. L'ensemble des propriétés du grès supérieur du keuper le place incontestablement au premier rang des matériaux de construction connus jusqu'à présent. C'est à ce titre qu'il a été signalé d'une manière toute spéciale par l'assemblée des architectes allemands, réunie à Cologne en 1854. On l'emploie d'ailleurs pour les travaux de la cathédrale de Cologne, et l'Exposition Prussienne nous montrait qu'il peut facilement se prêter à l'exécution des sculptures gothiques les plus délicates.

— Les divers matériaux de construction du Wurtemberg,

les grès, les pierres calcaires, les granites, sont exploités avec beaucoup d'habileté et d'intelligence par M. Wagner, qui a fait de nombreuses recherches sur leurs principales propriétés. Ces matériaux, et surtout le grès du keuper supérieur, se répandent à une grande distance tout le long du cours du Neckar et du Rhin, à Cologne, à Amsterdam, à Ulm, ainsi que dans la Bavière et dans la Suisse.

### TOSCANE.

Institut technique (n° 2). — Les roches quartzeuses, forment les matériaux de construction les plus importants de la Toscane.

Voici sur ces roches, et notamment sur le *macigno*, quelques renseignements qui nous ont été transmis par M. le professeur Meneghini.

*Macigno.* — Le *macigno*, qui est plus spécialement recherché pour les constructions, appartient au terrain eocène. Tantôt son grain est très-fin, tantôt au contraire il est très-gros, et alors la roche passe au poudingue. Lorsque son grain est de la grosseur d'un pois, on lui donne le nom de *cicerchia*. Il renferme souvent des débris de schiste argileux noir et aussi des matières charbonneuses. Il se désagrége par la perte de son ciment calcaire et aussi par la suroxydation du protoxyde de fer qui s'y trouve contenu. On a remarqué qu'il se désagrége surtout rapidement lorsqu'il est au bord de la mer.

C'est avec le *macigno* que sont dallées les rues de Florence et de Pise. Les carrières dans lesquelles on l'exploite pour cet usage sont à Mugarone, Signa, la Gonfolina, Vélano, etc. Les dalles elles-mêmes sont rectangulaires, et elles ont une surface constante de $0^{m.\,carré},34$; leur épaisseur varie de $0^{m},025$ à $0^{m},035$. Elles se vendent au prix de 1 fr. 35 c. à 1 fr. 60 c.

Le *macigno* de Livourne est de qualité médiocre. Il est pénétré par des veines de baryte sulfatée et il ne sert pas aux dallages, on l'emploie seulement dans les constructions.

Le *macigno* du terrain miocène et celui du terrain pliocène sont également peu estimés; cependant, dans les localités à proximité desquelles ils se trouvent, on les emploie pour les dallages et pour les constructions.

*Pietra serena.* — La *pietra serena* est un *macigno* éocène qui est au contraire d'une qualité supérieure. Elle se laisse tailler et sculpter de la manière la plus délicate; on en fait des marches d'escalier, des colonnes, et on la recherche pour l'architecture monumentale.

*Pietra morta.* — La *pietra morta* est un *macigno* qui a perdu son ciment calcaire et qui résiste au feu, bien qu'elle ne puisse cependant être considérée comme pierre réfractaire.

*Pietra forte.* — Jusque dans ces derniers temps, on se servait, pour daller Florence, de la *pietra forte*, qui est un calcaire arénacé plutôt qu'un grès, et qui appartient au terrain crétacé moyen. Elle a l'avantage d'être à une très-petite distance de Florence, mais son prix est plus élevé que celui du macigno, car il atteint 2 fr. 45 c. par brasse carrée ($0^{m.c.},34$). De plus, elle est très-dure et lorsqu'on l'emploie comme dalle, elle a l'inconvénient de faire glisser les chevaux.

Toutefois, la *pietra forte* est l'un des meilleurs matériaux de construction des environs de Florence; elle a servi notamment à construire le palais Pitti.

### PRUSSE.

M. Warken (n° 535). — Le *grès* bigarré, qui est très-développé dans les environs de Trèves, fournit de bons matériaux de construction. Il est employé aussi comme pierre à aiguiser.

M. Warken avait exposé une collection de grès provenant de ses carrières. Il emploie 80 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 50 c. à 3 fr. 75 c. par jour. La valeur des produits exploités est environ de 100,000 francs. Les carrières desquelles ces grès proviennent sont à Beilinger, Lorig, Udelfang, Pfalzerwald, Waserliesch, Taweren. A Hiltengend, le

grès donne de bonnes meules à repasser. A Waserliesch, il est très-réfractaire.

M. Koenig (n° 537). — M. Kœnig, architecte, avait également envoyé une collection de *grès* sculptés des environs de Trèves.

MM. Wener frères (Catalogue des Beaux-Arts, n° 2303). — Il y avait à l'Exposition des Beaux-Arts deux bustes en *grès* de Grevenmacher, exécutés par les frères Wener, sculpteurs à Luxembourg. L'un de ces bustes représentait le Prince royal de Hollande; l'autre, Sa Majesté Guillaume III.

Le *grès* employé pour ces œuvres d'art est quartzeux; on y distingue des paillettes de mica blanc, ainsi que des parcelles argileuses disséminées. Son grain est très-fin, bien homogène; sa couleur est grise, légèrement verdâtre. Il se laisse sculpter très-facilement. Il s'exploite dans une carrière près de la Moselle, à un quart de lieue de Grevenmacher, en Prusse. On peut estimer que, dans la carrière, le prix du mètre cube de ce grès est environ de 30 francs; lorsqu'il est rendu à Luxembourg, son prix est de 50 francs. La Moselle et le Rhin permettraient d'ailleurs de le transporter économiquement à de grandes distances.

M. Dunkel (n° 1042). — Parmi les *grès* remarquables, citons encore celui d'Herzogenrath, près d'Aix-la-Chapelle, qui a été exposé par M. Dunkel sous la forme d'un Moïse gigantesque.

Ce *grès* est blanc, presque entièrement composé de grains de quartz pur. Il se laisse facilement tailler et sculpter; il peut être obtenu en blocs de toute grosseur; il ne s'égrène pas et il ne change pas de couleur par l'exposition à l'air. Lorsqu'il est désagrégé, il donne un sable quartzeux assez pur pour être employé dans les verreries.

Nous avons en France un grès qui, de même que ceux de Grevenmacher et d'Herzogenrath, peut être employé dans la sculpture et servir à faire des statues; c'est le grès bigarré des Vosges, et notamment celui des environs de Phals-

bourg. Ces grès ont sur la pierre calcaire l'avantage de résister beaucoup mieux à l'altération de l'atmosphère.

### AUTRICHE.

La Société industrielle de Bergame (n° 120). — La Société industrielle de Bergame a présenté une collection des roches quartzeuses employées dans les constructions et dans l'industrie :

— *Grès* rouge de Gorzone, de P sogne et de Darfo ; il appartient au terrain permien ou au verucano.

— *Poudingue* de Sottomonte, du terrain permien.

— *Poudingue* de Gandosso, du terrain crétacé. Il donne de très-bonnes pierres meulières qu'on emploie dans l'Italie et même au dehors.

— *Grès* vert de Parnico, du terrain crétacé. On en fait de grandes meules à aiguiser.

— *Grès* vert de Mapello, du terrain crétacé. Il s'emploie beaucoup pour les constructions.

— *Grès* vert micacé d'Astino, du terrain tertiaire inférieur. On en fait des meules à aiguiser.

— *Grès* molasse de Bagnatica ; il appartient au terrain tertiaire moyen. Il résiste bien au feu et on l'emploie dans la construction des fourneaux.

### SUÈDE.

M. Hoffman (n° 331). — M. Hoffman avait envoyé une collection des *grès* employés dans les constructions :

— *Grès* de Gefle, qui est très-dur ;

— *Grès* d'Upland ;

— *Grès* gris blanchâtre de Motala.

Tous ces grès servent aussi à faire des meules et des pierres à aiguiser ; celles en grès d'Upland sont même très-estimées. Une paire de meules de 60 pouces de Suède, coûte 100 rixd., lorsqu'elle est en grès de Gefle ou de Motala ; elle coûte le double en grès d'Upland.

MEXIQUE.

Département du Guanajuato (n° 7). — A Guanajuato, indépendamment du trachyte, duquel nous avons parlé précédemment, on emploie aussi, pour les constructions, un *grès* argileux et micacé ressemblant au grès bigarré. Ce grès est une bonne pierre de construction qui se laisse facilement tailler et débiter en dalles.

COLONIES NÉERLANDAISES. — SUMATRA.

A Sumatra, plusieurs variétés de *grès* servent de pierre à bâtir. Ces grès proviennent de Sinkarang; ils sont à grain fin, quelquefois argileux, et doux au toucher. Le grès de couleur gris verdâtre est celui qui est préféré par les constructeurs. Il peut se diviser en plaques et il se taille très-facilement.

COLONIES ANGLAISES. — INDE.

Compagnie des Indes (n° 113). — Au nombre des produits les plus curieux de l'industrie si variée de l'Inde, il faut assurément compter ses pierres découpées à jour comme de la dentelle.

Sous un climat aussi brûlant, une condition première des habitations est, on le comprend, de permettre le renouvellement facile de l'air. Aussi les parois des habitations sont-elles souvent entièrement percées à jour, de manière à faciliter l'évaporation, et à modérer par suite la chaleur. Les pierres de construction qui se laissent le mieux découper sont des dalles de *grès* quartzeux et micacé; elles ont une épaisseur de 2 à 10 centimètres, et à leur pourtour l'ouvrier a souvent ménagé une sorte de cadre d'une épaisseur plus grande. L'exposition de l'Inde nous montrait de ces grès découpés provenant de Meudzapore, près de Benarès, qui étaient très-remarquables par leur élégance et leur légèreté.

Ce ne sont pas seulement certaines parties des habitations, mais les habitations tout entières, des mosquées,

des édifices immenses qui sont déchiquetés sur toutes leurs parois et formés en quelque sorte de treillages en pierres. Le travail persévérant des habitants de l'Inde parvient même à découper le marbre blanc comme le grès; l'élégant modèle du tombeau de Delhi, qui est entièrement en calcaire blanc saccharoïde, nous en montrait un exemple remarquable.

La facilité avec laquelle les ouvriers indiens évident et sculptent le grès sous forme de vases, n'est pas moins extraordinaire. Ainsi, par exemple, à Airoly, dans le Bengale, ils font des flacons et de petits vases très-élégants avec un grès blanc grisâtre veiné de rouge (n° 7684).

Les pierres découpées à jour qui sont en usage dans l'Inde n'ont pas une composition minéralogique particulière qui en rende le travail plus facile; elles sont aussi dures et aussi difficiles à sculpter que les grès et les marbres que nous employons dans nos constructions. Leur exécution exige nécessairement une très-grande dépense de temps, et, par suite, elle n'est praticable que dans un pays dans lequel la main-d'œuvre est tout à fait à vil prix. Les pierres découpées à jour, avec leurs dessins si capricieux et si variés, peuvent donc être comparés aux châles si renommés de l'Inde. Si ces châles restent inimitables, cela tient surtout, à ce que la dépense de main-d'œuvre à laquelle ils donnent lieu est tellement considérable, qu'on n'est pas encore parvenu à les fabriquer économiquement en Europe.

On peut d'ailleurs facilement s'en rendre compte par le bas prix de la main-d'œuvre : on estime en effet qu'à Delhi, le salaire d'un ouvrier indien qui travaille à la terre est de 5 francs par mois; celui d'un ouvrier qui sculpte le grès est de 12 fr. 50 cent., et celui d'un tisseur de châles ne dépasse guère 15 fr. Malgré la modicité de son salaire, chacun de ces ouvriers doit pourvoir seul à sa nourriture, et il y parvient en mangeant presque uniquement du riz.

### NOUVELLE-GALLES DU SUD.

La collection des matériaux de construction de la Nouvelle-

Galles du Sud montrait un *grès* carbonifère qui est employé pour bâtir à Sydney (Nouvelle-Galles du Sud). Ce grès présente quelquefois une structure prismatique bien caractérisée. Avant la découverte de l'or, le prix du mètre cube de grès simplement dégrossi et sur la carrière était de 26 fr.; mais depuis la découverte de l'or, ce prix est devenu extrêmement variable et a considérablement augmenté. Il sera facile de s'en rendre compte si l'on observe que dans ces derniers temps, un bon ouvrier carrier ne gagnait pas moins de 35 fr. par jour, et un manœuvre de 18 à 25 fr.

### TERRE DE VAN-DIÉMEN.

A Hobart-Town, dans la Terre de Van-Diémen, on se sert dans les constructions d'un *grès* jaune grisâtre.

— On emploie aussi comme pierre filtrante, un *grès* calcaire très-poreux qu'on taille sous forme de vase cylindro-conique. Des filtres semblables sont généralement en usage dans les colonies. Ils sont faits avec des roches poreuses offrant la composition minéralogique la plus variée, telles que des grès, des calcaires, des laves.

## C. — ROCHES CALCAIRES.

Les **roches calcaires** sont formées de **chaux carbonatée** ou de **chaux sulfatée** (anhydrite et gypse). Ces roches étaient extrêmement nombreuses et représentaient une partie importante des matériaux de construction envoyés à l'Exposition : il est donc nécessaire d'en parler avec quelque détail.

De même que pour les roches feldspathiques, nous distinguerons dans les **roches de chaux carbonatée**, celles qui sont polies ou les **marbres**, et celles qui sont brutes ou les **pierres calcaires.**

## *a.* — ROCHES DE CHAUX CARBONATÉE.

### MARBRES.

On appelle *marbre* toute pierre calcaire compacte susceptible de recevoir le poli.

Les marbres sont généralement opaques, mais il y en a cependant qui sont très-cristallins et même translucides ; ce sont les albâtres. Ils se distinguent d'ailleurs des marbres, proprement dits, par une structure zonée et fibreuse, ainsi que par une dureté plus grande qui rend leur travail un peu plus difficile.

Tandis que les pierres calcaires sont employées pour les constructions, les marbres servent à la décoration architecturale et à l'ornementation des appartements. Leur prix de revient est toujours assez élevé ; aussi leur emploi indique-t-il déjà un état de civilisation assez avancé. Dans l'antiquité, par exemple, nous les voyons surtout exploités par les Égyptiens, les Grecs et les Romains, lorsqu'ils étaient parvenus à leur plus haut degré de puissance. De nos jours l'emploi des marbres est, en quelque sorte, limité à l'Europe. Il existe cependant depuis un temps immémorial dans certaines parties de l'Inde et de la Chine, mais il commence à peine à se répandre aux États-Unis et en Amérique.

Le nombre des Exposants qui avaient envoyé des marbres à l'Exposition Universelle était considérable ; car, malgré les difficultés inhérentes au transport de ces produits, il n'y avait pas moins de 180 Exposants : 86 Exposants, c'est-à-dire près de la moitié, appartenaient à la France et aux colonies françaises ; 23 aux colonies anglaises, au Canada, à la Nouvelle-Galles du Sud, à l'Inde, à la Jamaïque, ainsi qu'au Royaume-Uni ; 9 appartenaient au Portugal ; 8 à la Toscane ; 7 à la Belgique ; 7 à l'Empire d'Autriche ; 6 à l'Espagne et à Cuba ; 5 aux États-Sardes ; 5 à la Prusse ; 4 à la Grèce ; 3 aux États Pontificaux ; 3 à la

Suède et à la Norwége ; 2 au duché de Nassau ; 2 à l'Égypte; 2 au Mexique. L'Empire ottoman et l'Uruguay n'avaient qu'un seul Exposant. Ce nombre de 180 Exposants paraîtra considérable, si on songe aux difficultés inhérentes au transport des marbres. Remarquons, en outre, que le nombre des marbres exposés était encore beaucoup plus grand ; car chaque Exposant présentait le plus souvent, non pas un seul marbre, mais toute une série de marbres. Ainsi, la collection de l'Institut technique de Florence offrait presque tous les marbres de l'Italie. De même un seul Exposant présentait la plupart des marbres de la Grèce.

Le grand nombre de marbres réunis à l'Exposition Universelle, montre que leur emploi tend à se répandre de plus en plus. Il y en avait beaucoup, en effet, dont l'exploitation était reprise après avoir été longtemps abandonnée. Il y en avait d'autres, au contraire, qui étaient entièrement inconnus et qui apparaissaient pour la première fois.

Les constructions monumentales qui s'exécutent maintenant en France, semblent donner une impulsion nouvelle à cette industrie, et son étude présente, par cela même, un intérêt tout spécial d'actualité ; aussi la XIV^e^ Classe a-t-elle pensé qu'il convenait de proposer pour les marbres une proportion assez grande de récompenses, afin d'appeler l'attention sur tous ceux qui lui paraissaient remarquables.

Nous allons maintenant faire connaître, avec quelque détail, les différents marbres envoyés à l'Exposition Universelle, et nous étudierons d'abord ceux de la France.

## FRANCE.

La France est l'un des pays les plus riches en marbres. De nombreuses carrières disséminées sur tous les points de son territoire fournissent des marbres aux couleurs vives et variées ; plusieurs d'entre eux sont même tout à fait spéciaux à notre pays et ne sont connus qu'en France. Ne nous étonnons donc pas si la France a, dans les récompenses données pour les marbres, une part aussi large que

celle que la nature lui a faite dans la distribution de ces richesses minérales. L'Italie seule a été mieux dotée, et elle doit sa supériorité à ce qu'elle possède en grande abondance le marbre dont l'usage est de beaucoup le plus répandu, le marbre blanc.

L'exploitation des carrières de marbre de l'ancienne Gaule, date de l'époque de la domination romaine. Dans les ruines des villes gallo-romaines, on trouve, en effet, les débris de marbres qui ont été exploités à une petite distance. Les Romains se sont même servis de plusieurs marbres de la Gaule pour décorer les monuments de Rome.

Abandonnée à l'époque de l'invasion des barbares, l'exploitation des marbres de la France est restée interrompue pendant presque tout le moyen âge. Quelques carrières cependant étaient exploitées, à de rares intervalles, pour orner les églises gothiques qui datent de cette époque.

A la renaissance, François Ier donna une première impulsion à l'exploitation des marbres de France, qu'il prescrivit d'employer à la décoration de ses châteaux. Henri IV continua à développer l'industrie des marbres en France, et Louis XIV la porta à son apogée. C'est, en effet, sous son règne que furent découverts ces beaux marbres des Pyrénées et des Alpes, qui sont si propres à la décoration monumentale; ils ont servi à orner le palais de Versailles, le Louvre, les Tuileries, les résidences royales, l'église des Invalides et tous les monuments qui datent du règne du grand roi.

L'exploitation de ces marbres ne fut pas abandonnée à l'industrie privée; elle eut lieu, au contraire, sous la direction de l'État. Elle atteignit, d'ailleurs, des proportions si colossales, que les immenses dépôts de marbres, accumulés dans le garde-meuble par Louis XIV, ont suffi à la décoration des monuments élevés sous tous les règnes suivants, jusqu'à celui de Napoléon Ier. Ainsi les colonnes de marbre rouge incarnat de l'arc de triomphe du Carrousel provenaient encore des dépôts de Louis XIV.

Quoique l'exploitation des plus beaux marbres de France

ait été interrompue après le règne de Louis XIV, il ne faut pas croire cependant que cette industrie ait été complétement détruite à partir de cette époque. Le goût des marbres s'était répandu dans toutes les classes de la population, et leur emploi était devenu un luxe nécessaire. Aussi, sous l'Empire, sous la Restauration, l'exploitation des marbres a-t-elle suivi les progrès de toutes les autres industries. De nos jours, la quantité de marbres livrée à la consommation est même beaucoup plus grande qu'elle ne l'était sous Louis XIV. L'achèvement du Louvre, et les travaux gigantesques qui s'exécutent dans Paris, vont certainement lui donner une impulsion toute nouvelle, en permettant de reprendre, d'une manière régulière, l'exploitation de nos marbres les plus beaux et les plus rares.

Jusque vers le commencement de ce siècle, l'exploitation des marbres de France avait lieu sous la direction de l'État, et les marbriers se contentaient d'acheter au garde-meuble les marbres qui leur étaient nécessaires. C'est seulement de nos jours que leur exploitation a été entreprise par des particuliers.

Plusieurs causes expliquent d'ailleurs pourquoi l'industrie des marbres est encore si arriérée. Cette industrie supporte, en effet, des charges très-lourdes ; elle demande des capitaux considérables, et ces capitaux doivent rester longtemps improductifs. Plusieurs années s'écoulent toujours avant que le bloc de marbre, extrait de la carrière, soit scié, taillé, poli et livré au commerce. D'un autre côté, elle peut craindre les caprices de la mode et l'effet des révolutions. En outre l'exploitation est le plus souvent très-irrégulière, et elle donne lieu à beaucoup de déchet. Enfin, quoique le marbre forme souvent des couches entières ou des amas considérables, son transport et son travail présentent de grandes difficultés. Si donc la matière même du marbre a peu de valeur par elle-même, la main-d'œuvre, dépensée avant qu'elle soit livrée au commerce, lui donne un prix très-élevé et en fait nécessairement un objet de luxe.

Il ne faut pas s'étonner, d'après cela, que l'État ait dû prendre l'initiative et entreprendre lui-même l'exploitation de nos carrières de marbres ; car le développement de l'esprit d'association, le perfectionnement des voies de communication, les progrès du luxe et des arts mécaniques, commencent seulement à rendre le commerce des marbres avantageux pour l'industrie privée. Toutefois, cette industrie recherche moins les marbres les plus beaux, que ceux dont l'extraction est la plus lucrative ; aussi plusieurs carrières, exploitées autrefois, donnant des marbres rares et des plus remarquables, sont-elles encore complétement abandonnées.

— Les principaux marbres que l'on exploite en France sont, en partie, consommés à Paris. Il y a donc un intérêt tout spécial à faire connaître ces marbres et à comparer leur prix non-seulement sur la carrière, mais encore lorsqu'ils sont transportés à Paris. Le tableau suivant indique le département et l'endroit dans lequel se trouve chaque carrière ; il indique aussi, d'après M. Dervillé, le prix du mètre cube brut sur la carrière et à Paris. Ce prix varie nécessairement beaucoup avec l'abondance des matériaux mis en vente et avec les prix des transports ; il varie surtout avec la qualité et avec les dimensions des blocs. On peut regarder le prix donné par le tableau comme une sorte de moyenne attribuée en 1855 par le commerce de Paris à des blocs d'un volume inférieur à 2 mètres cubes. Il est généralement beaucoup plus élevé que celui qu'on obtiendrait par un achat direct fait aux exploitants des carrières de marbres.

En outre, il nous a paru utile de faire connaître, dans ce tableau, le nom commercial de chaque marbre ; car bien que ce nom soit souvent barbare et qu'il donne une sorte de consécration à des erreurs grossières de géologie et de géographie, il est admis dans le commerce et il peut être utile pour désigner certaines variétés de marbres. D'ailleurs, la grossièreté même des erreurs que quelques-uns de ces noms tendraient à accréditer est une sorte de préservatif qui corrige l'inconvénient de leur emploi.

**Marbres principaux exploités en France.**

| Départements et endroits dans lesquels se trouvent les carrières. | | Nom commercial des marbres. | Prix du mètre cube sur la carrière. | Prix du mètre cube à Paris. |
|---|---|---|---|---|
| Alpes (Hautes-). | Saint-Crepin. . . . . | Brèche portor. . . . . | 300 | 600 |
| Ariége. . . . | Aubert près Saint-Girons. . . . . | Grand antique. . . . . | 300 | 765 |
| | Felines d'Hautpoul. . | Griotte. . . . . | 400 | 1050 |
| | Caunes. . . . . | *Id.* œil de perdrix. . | 500 | 1150 |
| | *Idem*. . . . . | *Id.* fleurie. . . . . | 500 | 1150 |
| | *Idem*. . . . . | *Id.* panachée. . . . . | 350 | 950 |
| | *Idem*. . . . . | Rouge incarnat. . . . | 300 | 775 |
| | *Idem*. . . . . | Incarnat turquin. . . . | 300 | 775 |
| | *Idem*. . . . . | Cervelas (Rosé-vif). . . | 300 | 775 |
| Aude. . . . | *Idem*. . . . . | Gris agatisé. . . . . | 280 | 685 |
| | *Idem*. . . . . | *Id.* (Californie). . . . . | 280 | 685 |
| | Entre Villartel et Caunes. . . . . | Vert moulin. . . . . | 375 | 900 |
| | *Idem*. . . . . | Rouge français. . . . . | 600 | 1250 |
| | *Idem*. . . . . | Indienne. . . . . | 350 | 800 |
| | *Idem*. . . . . | Isabelle. . . . . | 275 | 710 |
| | Montagne de Sainte-Victoire. . . . . | Brèche Sainte-Victoire (grand mélange). . . | 250 | 800 |
| | *Idem*. . . . . | Brèche Sainte-Victoire (rouge). . . . . | 250 | 800 |
| Bouches-du-Rhône. | *Idem*. . . . . | Brèche dite de Memphis. | 300 | 875 |
| | Alet. . . . . | Brèche dite d'Alep. . . . | 275 | 825 |
| | Aix. . . . . | Poudingue. . . . . | 250 | 800 |
| | Tholonet. . . . . | Brèche Galifet. . . . . | 250 | 800 |
| Côte-d'Or. . | La Doix près Beaune. | Rouge joyeux. . . . . | 150 | 425 |
| | Saint-Béat. . . . . | Blanc statuaire. . . . | 405 | 900 |
| | *Idem*. . . . . | — ordinaire. . . . | 225 | 575 |
| Garonne (Haute-). | Mentious. . . . . | Nankin coquillier. . . . | 200 | 635 |
| | Hers. . . . . | Jaune uni des Pyrénées. | 190 | 575 |
| | Cierp. . . . . | Brèche de Cierp. . . . | 200 | 610 |
| | Molinges. . . . . | Brocatelle jaune foncé. | 260 | 725 |
| | *Idem*. . . . . | —— jaune clair. . | 240 | 700 |
| | *Idem*. . . . . | —— violette. . . . | 290 | 725 |
| | *Idem*. . . . . | —— rosée. . . . | 270 | 710 |
| | Pratz. . . . . | Jaune fleuri. . . . . | 300 | 800 |
| | Vaux. . . . . | Jaune Lamartine. . . . | 275 | 700 |
| Jura. . . . . | Saut-Gérard. . . . . | Jaune rosé. . . . . | 200 | 610 |
| | *Idem*. . . . . | Ronceux. . . . . | 400 | 950 |
| | Saint-Amour. . . . . | Granite rouge (de Saint-Amour). . . . . | 225 | 560 |
| | *Idem*. . . . . | Granite gris (de Saint-Amour). . . . . | 225 | 560 |
| | Bauëre. . . . . | Sarrancolin de l'Ouest. . | 250 | 475 |
| Mayenne. . . | *Idem*. . . . . | Rose enjugeraie. . . . | 225 | 450 |
| | *Idem*. . . . . | Rosé fleuri. . . . . | 250 | 475 |
| | *Idem*. . . . . | Gris panaché. . . . . | 200 | 425 |
| Meuse. . . . | Forêt d'Argonne. . . | Marbre d'Argonne (Racine de buis ou lumachelle). . . . . | 225 | 485 |

**Marbres principaux exploités en France (*suite*).**

| Départements et endroits dans lesquels se trouvent les carrières. | | Nom commercial des marbres. | Prix du mètre cube sur la carrière. | Prix du mètre cube à Paris. |
|---|---|---|---|---|
| Nièvre. . . . | Corbigny. . . . . | Bourbonnais. . . . . | 200 | 550 |
| | Clamecy. . . . . | Jaune de la Nièvre. . . | 250 | 630 |
| Nord. . . . . | Cousoire. . . . . | Cousoire. . . . . | 125 | 310 |
| | *Idem.* . . . . . | Rouge foncé. . . . . | 200 | 400 |
| | *Idem.* . . . . . | Sainte-Anne français. . | 150 | 350 |
| | Hergies. . . . . | Sainte-Anne français (Hergies). . . . . | 125 | 330 |
| | Hurtebise. . . . . | Sainte-Anne Hurtebise. | 225 | 425 |
| | Glageon. . . . . | Glageon. . . . . | 150 | 375 |
| | *Idem.* . . . . . | Saint-Gillon. . . . . | 150 | 350 |
| | Houdain. . . . . | Noir boules de neige. . | 120 | 325 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* à amandes. . . . . | 120 | 325 |
| | Bellignies. . . . . | *Id.* à pois (poité). . . | 100 | 300 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* uni. . . . . | 175 | 425 |
| | Boussois. . . . . | *Id.* coquillier. . . . . | 125 | 325 |
| | Rocq. . . . . | Rocq. . . . . | 130 | 325 |
| | Hestrud. . . . . | Rouge. . . . . | 200 | 400 |
| | *Idem.* . . . . . | Rouge dozoir. . . . . | 150 | 350 |
| Pas-de-Calais | Marquise et environs | Lunel blanc. . . . . | 100 | 300 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* fleuri. . . . . | 175 | 375 |
| | *Idem.* . . . . . | Napoléon rosé . . . . . | 250 | 450 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* fleuri. . . . . | 250 | 450 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* gris. . . . . | 250 | 450 |
| | *Idem.* . . . . . | Notre-Dame. . . . . | 175 | 475 |
| | *Idem.* . . . . . | Joinville. . . . . | 175 | 375 |
| | *Idem.* . . . . . | Caroline rubanée. . . . | 210 | 410 |
| | *Idem.* . . . . . | Caroline. . . . . | 200 | 400 |
| | *Idem.* . . . . . | Henriette blonde. . . . | 250 | 450 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* brune. . . . | 225 | 425 |
| | *Idem.* . . . . . | Stinkal doré. . . . . | 175 | 375 |
| | *Idem.* . . . . . | Stinkal. . . . . | 150 | 350 |
| Pyrénées (Basses-). | Vallée d'Ossau entre Oloron et Arudy. . | Sainte-Anne-des-Pyrénées. . . . . | 175 | 425 |
| | *Idem.* . . . . . | Brèche grise. . . . . | 200 | 475 |
| | *Idem.* . . . . . | Gris perlé. . . . . | 200 | 475 |
| | *Idem.* . . . . . | Solitaire. . . . . | 150 | 400 |
| | Louvié-Soubiron. . . | Bleu tigré. . . . . | 225 | 525 |
| | *Idem.* . . . . . | Bleu de ciel. . . . . | 225 | 525 |
| Pyrénées (Hautes-). | Hechet. . . . . | Noir veiné. . . . . | 225 | 600 |
| | Lourdes. . . . . | Lumachelle claire. . . . | 200 | 575 |
| | Montagne de la Barousse. . . . . | Rosé clair. . . . . | 275 | 660 |
| | Communes d'Esbareich et Sost. . . | Héréchède. . . . . | 225 | 625 |
| | *Idem.* . . . . . | Griotte des Pyrénées. . . | 225 | 650 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* de Sost. . . . . | 215 | 625 |
| | *Idem.* . . . . . | Vert rubané. . . . . | 250 | 660 |
| | Campan. . . . . | Campan vert clair. . . . | 275 | 725 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* isabelle. . . . . | 300 | 760 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* hortensia mélangé. . . . . | 325 | 785 |
| | *Idem.* . . . . . | Campan rouge. . . . . | 300 | 760 |

**Marbres principaux exploités en France (*suite*).**

| Départements et endroits dans lesquels se trouvent les carrières. | | Nom commercial des marbres. | Prix du mètre cube sur la carrière. | Prix du mètre cube à Paris. |
|---|---|---|---|---|
| Pyrénées (Hautes-) *suite.* | Campan. . . . . | Campan mélangé.. . . . | 300 | 760 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* vert foncé. . . . | 325 | 785 |
| | Ilhet. . . . . | Sarrancolin doré. . . . | 325 | 800 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* couleur chair, à flamme. . . . . | 350 | 825 |
| | *Idem.* . . . . . | Sarrancolin foncé. . . . | 325 | 800 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* clair. . . . | 325 | 800 |
| | Beyrède. . . . . | Beyrède sanguin. . . . . | 350 | 825 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* sanguin brèche. | 350 | 825 |
| | Bagnères-de-Bigorre. | Brèche Caroline. . . . . | 600 | 750 |
| | Troubat. . . . . | *Id.* Portor. . . . . | 275 | 725 |
| | Aspin et Ossen. . . | Aspin foncé. . . . . | 200 | 575 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* clair. . . . . | 175 | 550 |
| | Mauléon. . . . . | Brèche infernale . . . . | 250 | 625 |
| Pyrénées-Orientales. | Baixas. . . . . | Brèche dite de Portugal. | 225 | 625 |
| Sarthe.. . . | Juigne. . . . . | Noir de Port-Étroit. . . | 153 | 400 |
| Var. . . . . | Ampus. . . . . | Jaune d'Ampus. . . . . | 300 | 675 |
| | Montagne de Sainte-Beaume. . . . . | Brèche jaune de Sainte-Baume. . . . . | 325 | 725 |
| Vosges. . . | Schirmeck. . . . . | Napoléon des Vosges. . | 275 | 675 |
| | *Idem.* . . . . . | Brèche Napoléon. . . . | 275 | 675 |
| | Framont. . . . . | *Id.* Framont. . . . | 250 | 650 |
| | Russ. . . . . | Russ brun. . . . . | 225 | 625 |
| | *Idem.* . . . . . | *Id.* vert. . . . . | 225 | 625 |
| | Chippal. . . . . | Chippal. . . . . | 275 | 700 |
| | Laveline. . . . . | Laveline. . . . . | 275 | 700 |
| | Framont. . . . . | Framont. . . . . | 225 | 625 |
| | Mirecourt. . . . . | Acajou rubané. . . . . | 250 | 650 |

Nous voyons, par ce tableau, que les principaux marbres de France, et spécialement ceux qui se consomment à Paris, proviennent surtout des départements du Nord, du Pas-de-Calais, du Jura, de la Mayenne, ainsi que des montagnes des Pyrénées, des Vosges et des Alpes.

Remarquons aussi que le prix du marbre est généralement peu élevé sur la carrière, mais qu'il s'accroît considérablement par les frais de transport.

On exploite encore en France d'autres marbres que ceux qui viennent d'être énumérés, mais ils sont beaucoup moins importants. Jusqu'à présent, d'ailleurs, les marbres de Corse et d'Algérie n'entrent pas en quantité notable dans la

consommation, et la plupart n'ont même été découverts que dans ces derniers temps. Nous ferons connaître plus loin, avec quelque détail, tous ces marbres nouvellement découverts, et nous appellerons surtout l'attention sur ceux qui, par leur beauté et par la situation heureuse de leurs carrières, paraissent avoir le plus d'avenir.

— La France est assurément l'un des pays les plus riches en marbres ; mais elle est tributaire de l'Italie pour le marbre statuaire, le marbre blanc, le bleu turquin, le jaune de Sienne, le portor. Quoique nous ayons beaucoup de beaux marbres de couleur, nous sommes malheureusement très-pauvres en marbre blanc ; de plus, nos marbres jaune, portor et bleu turquin, sont inférieurs à ceux de l'Italie ; il n'est donc pas étonnant que l'Italie importe la plus grande partie des marbres de luxe consommés en France [1].

D'un autre côté, pour les marbres ordinaires, la Belgique fait à la France une concurrence redoutable. Le calcaire carbonifère des Écaussines, dans les environs de Mons, donne en effet une pierre de construction de très-bonne qualité qui prend très-bien le poli et qui s'emploie souvent comme marbre. surtout à Paris.

Nous donnons ici, d'après l'Administration des Douanes, deux tableaux qui font connaître la quantité ainsi que la valeur des *marbres importés* et *exportés* en 1854.

Dans les marbres importés, on a distingué ceux qui proviennent d'Italie, de pays divers et des Écaussines.

La colonne horizontale n° 1 fait connaître la nature du marbre ; elle indique en même temps s'il est ouvré ou brut. Tous les marbres en blocs et en tranches sont considérés comme bruts. Les marbres ouvrés sont sculptés ou polis. On comprend parmi les marbres ouvrés les pierres des Écaussines, taillées pour les constructions et sciées pour les dallages.

La colonne horizontale n° 2 donne le poids des marbres

[1] *Prisse d'Avennes :* Des marbres de France et de l'Algérie.

en quintaux métriques; ce poids n'est pas connu pour les marbres ouvrés des Écaussines.

La colonne n° 3 donne la valeur déclarée en 1854. Cette valeur est exprimée en francs.

La colonne n° 4 indique le rapport de la valeur de chaque marbre à la somme des valeurs importées ou exportées.

**I. — Marbres importés.**

| Numéros. | Provenance | Italie. | | | Pays divers. | | Belgique. | | Somme. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nature des marbres. | Statuaire. | Blanc bleu turquin bleu fleuri. | Jaune de sienne, serpentine portor. | Marbres divers. | | Marbre gris noirâtre des Ecaussines. | | |
| N° 1 | État. | bruts. | bruts. | bruts. | bruts. | ouvrés. | bruts. | ouvrés. | bruts et ouvr. |
| N° 2 | Poids. . . . | q. m. 3809 | q. m. 42272 | q. m. 407 | q. m. 32008 | q. m 155 | q. m 16432 | q. m. » | q. m. 95083 |
| N° 3 | Valeur. . . | 76370 | 516685 | 8142 | 369003 | 10096 | 82160 | 218082 | 1.280.538 fr. |
| N° 4 | Rapport. . | 0.060 | 0.403 | 0.007 | 0.288 | 0.008 | 0.064 | 0.170 | 1 |

**II. — Marbres exportés.**

| N° 1 | Etat. | Bruts. | Ouvrés. | Somme. |
|---|---|---|---|---|
| N° 2 | Poids. . . . . | q. m. 5480 | q. m. 3684 | q. m. 9164 |
| N° 3 | Valeur. . . . | 54801 fr. | 221004 fr. | 275805 fr. |
| N° 4 | Rapport. . . . | 0.20 | 0.80 | 1 |

Si on compare la valeur des marbres provenant d'Italie à la valeur totale des marbres importés, on voit que le marbre blanc ou blanc veiné et le bleu turquin, représentent seuls 0,40 de l'importation. Le marbre statuaire n'y entre que pour 0,06. Quant au jaune de Sienne et au portor, on en consomme extrêmement peu. L'importation des marbres d'Italie est la plus considérable, elle s'élève au moins à 0,46. L'importation de la Belgique vient après; elle est également assez grande, puisque celle de la pierre des Écaussines s'élève seule à 0,23.

L'exportation de la France est d'ailleurs bien inférieure à

l'importation ; elle n'en est guère que le cinquième. Cette exportation consiste surtout en marbres ouvrés.

— Les grands travaux qui, en ce moment, s'exécutent au Louvre et dans la France entière donnent un intérêt tout spécial à l'étude des marbres ; aussi n'avons-nous pas craint d'entrer dans des développements étendus, surtout lorsqu'il s'agissait de marbres nouvellement découverts ou de ceux qui sont propres à la décoration des palais et à l'architecture monumentale.

Nous passerons successivement en revue les principaux exposants de marbres de France, et nous donnerons des détails, non-seulement sur les marbres qu'ils exploitent, mais encore sur les usines dans lesquelles ils les travaillent. Toutefois, comme le nombre de ces exposants est considérable, il est nécessaire de les réunir par groupes, en ayant égard à la fois à leur mode de répartition sur la surface de l'Empire et à l'origine des marbres qu'ils emploient. Nous distinguerons donc neuf groupes de carrières et d'usines, savoir : ceux des *Pyrénées*, des *Alpes*, des *Vosges*, du *Nord*, de l'*Ouest*, du *Centre*, de la *Corse*, de l'*Algérie* et de *Paris*. Ces groupes suffisent pour classer les marbres français envoyés à l'Exposition ; ils sont d'ailleurs en relation avec les grandes divisions naturelles de la France qui résultent de la carte géologique de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

### 1. — Groupe des Pyrénées.

Le groupe des Pyrénées comprend les carrières ainsi que les usines dans lesquelles s'exploitent et s'élaborent les marbres qui sont les plus rapprochés de la chaîne des Pyrénées. Ces marbres sont les plus beaux que nous ayons en France. On trouve en effet, dans les Pyrénées, des marbres blancs et même des marbres statuaires ; on y trouve aussi des marbres inconnus partout ailleurs, qui ont des couleurs très-vives et qui sont éminemment propres à la

décoration des monuments. L'exploitation de ces richesses minérales de notre sol a atteint son plus grand développement sous le règne de Louis XIV.

Nous allons passer en revue les exposants du groupe des Pyrenées, et nous commencerons par M. Géruzet.

M. Géruzet (n° 7853).—Dès l'année 1826, M. Géruzet, de retour du Brésil, s'était associé à M. Costallat, son beau-père, marbrier à Bagnères-de-Bigorre, pour exploiter les marbres des Pyrénées. En 1829 il fondait lui-même une usine nouvelle dont il prenait seul la direction. Cette usine reçut peu à peu des améliorations considérables, et bientôt M. Géruzet fut conduit à créer deux entrepôts pour ses marbres: l'un à Bayonne, l'autre à Bordeaux. Le développement que sa fabrication a pris, surtout dans ces deux dernières années, le place incontestablement au premier rang des marbriers en France, et l'on peut même dire en Europe.

M. Géruzet exploite lui-même une grande partie des marbres travaillés dans ses usines; on lui doit aussi la découverte de plusieurs carrières nouvelles et la reprise d'anciennes carrières des Pyrénées, abandonnées depuis Louis XIV. Les principaux marbres qu'il emploie sont : le *Sarrancolin*, le *Campan*, le *vert* et le *rouge de Moulins*, la *griotte*, le *portor*, la *brèche-portor*, l'*albâtre calcaire* des grottes de Bize-Nistos, les marbres d'*Aspin*, de *Troubat*, de *Lourdes*, de *Vielle-Louvois*, de *Beaudéan*, de *Sost*, de *Sauveterre*. Il emploie également les *marbres blancs* de Saint-Béat, de Loubié, de Gabas et de Sost; aux marbres blancs des Pyrénées il préfère toutefois ceux d'Italie, qui sont sans défauts, moins durs, à grain plus fin et qui se laissent surtout travailler beaucoup plus facilement.

Le *Sarrancolin* s'exploite à Ilhet près de Sarrancolin, dans la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées). Son dessin est bizarre, anguleux et bréchiforme; ses couleurs sont très-variées : le gris, le jaune et le rouge y dominent; c'est un des marbres les plus estimés, et il s'exploite dans 9 carrières. Le prix du mètre carré varie de 15 à 25 francs.

Le *Campan* provient d'Espiadet, dans la vallée de Campan (Hautes-Pyrénées). Le prix du mètre carré est de 13 à 18 francs.

Le *vert et le rouge de Moulins*, le *campan isabelle*, ainsi que la *griotte*, de laquelle nous parlerons plus loin, ne sont que des variétés du marbre Campan. Le prix du mètre carré est compris entre 9 et 12 francs.

Le *marbre de Vielle-Louvois* paraît encore de même âge que le Campan; il est bréchiforme, de couleur violâtre, traversée par des veines blanches et brunes de chaux carbonatée ferrifère. Une grande vasque de ce marbre de Vielle-Louvois avait été exposée sous la marquise, à l'entrée Est du Palais. Le prix du mètre carré est au plus de 15 francs.

Le *portor* ou la *brèche-portor* s'exploitent à Sauveterre, dans la Haute-Garonne, et aussi dans la vallée de la Barousse, près de Troubat, dans les Hautes-Pyrénées. Le prix du mètre carré varie de 8 à 10 francs.

Les *marbres d'Aspin* et de *Lourdes* sont de tous les marbres des Pyrénées ceux dont l'exploitation est la plus facile : le prix du mètre cube peut s'abaisser jusqu'à 100 fr., et celui du mètre carré jusqu'à 6 fr.

— L'usine de M. Géruzet se distingue surtout par un outillage puissant et très-perfectionné qui permet de travailler le marbre avec la plus grande facilité, et même de lui donner les formes les plus légères. Quatre roues hydrauliques, d'une force de 80 chevaux, sont établies sur l'Adour, et pendant toute l'année elles mettent en mouvement les machines suivantes :

Dix châssis, dont chacun peut porter quarante lames destinées à scier les blocs en tranches de toutes dimensions. Ces châssis produisent annuellement 30,000 mètres carrés de marbre en tranches.

Quatre grandes scies à une lame pour débiter les tranches coupées par les châssis.

Un châssis pour subdiviser les tranches en tranches très-minces destinées au placage.

Huit machines pour faire les moulures droites dans les frises, les panneaux, les pilastres, les corniches.

Deux machines pour les moulures courbes, dans les rosaces, les encadrements, etc.

Une machine à scier les formes circulaires, comme les tables rondes.

Trois machines à moulinet pour polir les tables rondes et toutes les formes circulaires.

Une machine à creuser les coupes, les vasques, les bénitiers.

Une machine à mouvement rectiligne et circulaire alternatif pour dresser une surface plane quelconque.

Une scie circulaire pour les pierres dures.

Trois machines pour double sciage, propres à faire des autels bombés, des tombeaux, des consoles de cheminées.

Un grand tour pour les colonnes et les vasques.

Un tour pour les colonnes torses.

Neuf tours ordinaires pour tourner les objets de moyenne ou de petite dimension, tels que les étagères et les garnitures de cheminées.

Onze tours à polir, à plateau vertical.

Deux tours à polir, à plateau horizontal.

Deux machines à mouvement combiné dans toutes les directions.

Deux machines à percer : l'une avec l'eau et le sable ; l'autre au moyen de la mèche.

Cent cinq ouvriers sont occupés dans les ateliers et 15 au dehors, dans les carrières.

Un tiers environ des objets fabriqués sont exportés dans les deux Amériques, dans les mers du Sud et dans le monde entier. Les belles colonnes de marbre Campan qui décorent le palais du roi, à Berlin, sortent des ateliers de Bagnères. En outre, M. Géruzet a exécuté des travaux de marbrerie importants à l'église de Bagnères-de-Luchon, à la chapelle de l'hospice d'Agen, à la cathédrale de Bayonne, au palais de justice de Bordeaux.

Les produits exposés par M. Géruzet sont extrêmement nombreux et variés; ils se distinguent non-seulement par la beauté des marbres dont il a découvert ou retrouvé les carrières, mais encore par le fini du travail, et surtout par l'élégance et par la légèreté des formes qu'il est parvenu à leur donner.

La bonne installation des nombreuses machines qu'il emploie pour travailler le marbre explique d'ailleurs la supériorité à laquelle il est parvenu : cette supériorité est surtout très-grande dans le travail sur le tour des objets de petites dimensions.

Parmi les produits les plus remarquables qu'il avait exposés, signalons spécialement une colonne qui réunit les principaux marbres des Pyrénées et qui, au moyen du tour, a été complétement évidée à l'intérieur. Elle a 4 mètres de hauteur et un diamètre de $0^{m},63$ à sa base; elle se compose de tambours de $0^{m},28$ de hauteur, qui s'emboîtent facilement l'un dans l'autre, un tambour saillant succédant alternativement à un tambour rentrant; son prix est seulement de 600 francs.

Cette colonne évidée présente le grand avantage d'avoir un poids très-faible, de pouvoir se démonter en plusieurs pièces et d'être par conséquent facilement transportable : le marbre enlevé dans son intérieur étant utilisé, elle peut d'ailleurs être livrée à un prix très-réduit.

Dès 1834, M. Géruzet a reçu une médaille d'argent; en 1839, en 1844, en 1849, il a obtenu des médailles d'or à nos Expositions nationales; en 1836, il a été décoré de la Légion d'honneur.

A chaque exposition, M. Géruzet s'est signalé par quelque perfectionnement dans son industrie, soit en introduisant des machines ingénieuses dans son usine, soit en exploitant des carrières nouvelles. Son exemple a provoqué autour de lui la création de cinq usines, et par conséquent il a donné une grande impulsion à l'exploitation de nos marbres si remarquables des Pyrénées.

De tous les marbriers qui ont pris part au grand concours ouvert par l'Exposition Universelle, le Jury n'en a trouvé aucun qui lui fût supérieur.

M. Tapie (Fr.) (n° 7853). — Employé d'abord comme simple ouvrier dans la marbrerie, M. Fr. Tapie est depuis 1829 le contre-maître de l'atelier des tours à l'usine de Bagnères-de-Bigorre appartenant à M. Géruzet. La marbrerie lui doit l'invention de plusieurs machines aussi simples qu'ingénieuses, qui ont le double avantage d'économiser la matière et de diminuer la main-d'œuvre. Il suffira de citer une scie propre à galber les consoles de cheminée et à débiter le marbre suivant des surfaces courbes. A l'Exposition Universelle, il présentait le modèle d'une *machine à creuser les coupes* qui permet d'évider très-simplement des vasques de tout diamètre et de toute épaisseur, sans que leur noyau intérieur soit perdu. En 1844, M. Fr. Tapie a reçu une médaille d'argent du conseil général des Hautes-Pyrénées, et à l'Exposition de 1849 il a obtenu une médaille de bronze. Le jury de 1855 lui a décerné une médaille de 2e classe pour les ingénieux perfectionnements qu'il a apportés aux machines qui servent à travailler le marbre.

M. Dervillé (n° 4275). — M. Dervillé exploite les carrières de marbre blanc de Saint-Béat, qui sont des plus importantes que nous ayons en France. Il dirige en outre deux usines, l'une à Paris, l'autre à Marseille.

Indépendamment du marbre blanc de Saint-Béat, il travaille les principaux marbres de France, ainsi que les marbres d'Italie, notamment le Carrare, le bleu turquin, le bleu fleuri, le portor. Il a deux scieries mécaniques, dont l'une est mue par l'eau et l'autre par une machine à vapeur. Ces scieries mettent en mouvement 600 lames. Il occupe environ 350 ouvriers.

— M. Dervillé a travaillé les marbres qui décorent plusieurs de nos principaux monuments ; dans ces derniers temps, il a surtout donné une vive impulsion à l'exploitation du *marbre blanc* de Saint-Béat.

Les carrières de Saint-Béat sont ouvertes sur le versant septentrional de la montagne de Rie, à 250 mètres au-dessus de la route départementale ; elles présentent des bancs de marbre blanc, d'une épaisseur de $0^{m},30$ à 5 mètres ; ces bancs s'inclinent un peu à l'ouest; ils s'observent sur une étendue d'une centaine de mètres.

On y trouve des blocs qui ont plus de 4 mètres de longueur, et il n'est pas rare que leur volume dépasse 5 mètres cubes. Les dimensions des blocs sont donc plus que suffisantes.

Le marbre de Saint-Béat est propre à la statuaire ; il est blanc, quelquefois avec une teinte légèrement grisâtre ; il la doit à une petite quantité de matière bitumineuse qui exhale même une odeur désagréable lorsqu'on le frappe avec le marteau. Il est très-cristallin, scintillant, lamelleux, et sa structure le rapproche des marbres blancs de la Grèce. Il a plus de cohésion que le marbre de Carrare et il se laisse travailler moins facilement : il a cependant été employé avec succès par plusieurs de nos principaux statuaires et pour certains ouvrages, quelques-uns le préfèrent même au marbre de Carrare.

Le calcaire saccharoïde de Saint-Béat contient accidentellement des mouches de soufre ; il passe aussi à des couches grises ou noirâtres dans lesquelles on reconnaît des traces de fossiles, et, d'après Leymerie, ces fossiles seraient jurassiques : le calcaire de Saint-Béat est, en tout cas, métamorphique, et il est d'ailleurs traversé par des filons d'une ophite verte et terreuse.

Les Romains ont exploité le marbre de Saint-Béat, et l'on voit encore des traces de leurs travaux. Des fouilles entreprises, en 1824, à Martres, et plus tard à Nérac, ont même fait découvrir des sculptures romaines en marbre de Saint-Béat; ces sculptures sont actuellement au musée de Toulouse, et elles ne permettent pas de conserver des doutes sur l'exploitation du marbre de Saint-Béat par les Romains.

Au moyen âge, le marbre de Saint-Béat a aussi été exploité. Il a servi à décorer la plupart des églises du Midi, qui remontent aux XI^e^ et XII^e^ siècles : on peut citer notamment la basilique de Saint-Sernin et la cathédrale Saint-Étienne, à Toulouse. Des tombeaux de la même époque sont aussi en marbre de Saint-Béat.

Sous François I^er^, le marbre de Saint-Béat fut exploité de nouveau. Des chroniques locales prétendent même que des lettres de noblesse furent conférées par François I^er^ à la personne qui lui envoya le premier bloc de ce marbre.

Sous Louis XIV, son exploitation fut reprise très-activement, et il servit à faire les escaliers ainsi que le pourtour des bassins dans le parc de Versailles.

Depuis cette époque, l'exploitation paraît avoir été abandonnée. En 1821, elle fut reprise par M. Layerle-Capel, avec celle de quelques autres carrières de marbres des Pyrénées, et c'est depuis 1851 que M. Dervillé est devenu le propriétaire des carrières de Saint-Béat. Des travaux préparatoires qui touchent à leur terme sont entrepris en ce moment sous la direction de M. Fabrige, pour donner à ces carrières tout le développement qu'elles peuvent atteindre.

Dans ces derniers temps, les carrières de Saint-Béat ont fourni le marbre qui a servi à M. Dantan à exécuter les deux statues allégoriques de 3 mètres de haut qui sont dans le palais de justice de Tarbes. Les vingt-huit colonnes du promenoir à l'établissement thermal de Bagnères-de-Luchon ont été débitées dans quatre blocs qui avaient 4^m^,30 de longueur, 2^m^,70 de largeur et 1^m^,30 d'épaisseur.

Les derniers travaux de recherches ont fait découvrir une variété de marbre d'une couleur plus blanche et d'un grain un peu plus fin que celui qui est habituel au marbre de Saint-Béat : on pouvait en voir un très-beau bloc qui avait été envoyé à l'Exposition.

M. Galinier (Th.) (n° 4285). — M. Galinier exploite le marbre rouge nommé si improprement *griotte d'Italie*, puisque, jusqu'à présent, on le connaît seulement à Caunes,

près de la limite des départements de l'Aude et de l'Hérault. Ce marbre a une couleur rouge vif, comme celle de la cerise griotte. Il est noduleux et parsemé de taches blanches produites par de la chaux carbonatée spathique, qui s'est infiltrée dans l'intérieur de céphalopodes, notamment de clyménies [1]. Quelquefois la chaux carbonatée y forme des veines blanches; mais alors il est moins estimé. Il prend très-bien le poli, et c'est assurément l'un des plus beaux marbres que l'on connaisse.

M. Galinier a découvert à Félines-Hautpoul de nouvelles carrières dont il a entrepris l'exploitation. Les différents marbres qu'il a envoyés à l'Exposition se rapprochent plus ou moins de la griotte. Plusieurs passent à l'*incarnat*, mais ils ne sont cependant pas aussi beaux que le rouge incarnat de MM. Grimes et Caffort, duquel nous allons parler. D'autres sont *rouge jaspé*, *rouge mélangé de vert*, *rouge nuancé de gris*.

Tous ces marbres peuvent s'extraire en blocs de grandes dimensions. Leur exploitation est active et occupe maintenant 18 ouvriers aux carrières, 20 à l'atelier. 24 mètres cubes de marbre *griotte* viennent d'être envoyés à Paris pour servir à la décoration du Louvre.

MM. Grimes et Caffort (n° 150). — MM. Grimes et Caffort exploitent dans les environs de Caunes des marbres qui sont très-propres à la décoration des monuments. Le plus remarquable est le marbre *grand incarnat* ou *rouge incarnat*, qui est à grandes parties rouges et blanches. Il appartient au terrain dévonien, et on doit le regarder comme une variété de la griotte de Caunes. Les parties rouges proviennent du calcaire dévonien qui s'est déposé primitivement; on y observe quelquefois des fossiles, notamment des entroques et des orthocères. Les parties blanches ont une teinte un peu grisâtre; leur structure est

[1] *Dufrénoy* et *E. de Beaumont* : Explication de la carte géologique de France, I, p. 467.

concrétionnée comme celle des stalagmites ; elles sont formées par de la chaux carbonatée fibreuse qui s'est déposée par infiltration de la même manière que dans les filons ; elle a rempli les interstices laissés par le calcaire rouge primitif, et elle a réuni tous ses fragments en un marbre bien compacte. Lorsque ce marbre a été exposé pendant de longues années à l'action de l'air, comme les parties blanches s'altèrent moins rapidement que les parties rouges, elles forment à la surface de légères saillies.

Le rouge incarnat, qui décore beaucoup de nos monuments, s'extrait, depuis plusieurs siècles, d'une carrière unique, celle de Caunes dans l'Aude. Il peut être obtenu en blocs ayant 4 mètres de longueur et cubant $2^{m},50$ ; il y a même des blocs qui ont jusqu'à 8 mètres de longueur. Sous Louis XIV, ce beau marbre a servi à décorer les palais de Versailles et de Trianon. On le trouve aussi dans plusieurs églises de Paris, notamment à Saint-Sulpice. Il a été souvent employé au musée du Louvre, et les colonnes de l'arc de triomphe du Carrousel en sont également formées.

MM. Grimes et Caffort exploitent encore d'autres variétés de marbres à Caunes ; citons :

Le *rouge turquin*, qui est une variété du grand incarnat présentant des parties grises ; il peut être obtenu en blocs de 4 à 5 mètres de longueur, cubant jusqu'à $4^{m},50$ ;

La *griotte brune*, la *griotte panachée*, le *vert de moulin*, le *rouge français*, qui est assez beau, mais inférieur au *rouge antique* de Grèce. Ces derniers marbres s'exploitent en blocs ayant 1 mètre, au plus 2 mètres ou $2^{m},50$ de longueur.

Le prix moyen de tous ces marbres est, à Carcassonne, de 350 francs le mètre cube. Le mètre carré, en tranches de $0^{m},022$ d'épaisseur, revient à 12 francs. Le prix proposé à Paris, pour la décoration du nouveau Louvre, est de 750 francs pour le *rouge incarnat ;* de 825 francs pour le *rouge turquin ;* de 750 francs pour la *griotte brune ;* de 950 francs pour la *griotte panachée ;* de 1,000 francs pour le *rouge français.* Ces prix augmenteraient d'ailleurs avec les dimensions des

blocs; ainsi pour le *rouge turquin* en blocs de 3 à 5 mètres cubes, le prix du mètre cube s'élèverait jusqu'à 1,000 fr.

Tous les marbres des environs de Caunes sont extrêmement remarquables et propres à la décoration des plus beaux monuments; malheureusement, bien qu'ils soient seulement à 15 kilomètres du canal du Midi, ils sont à une très-grande distance de Paris, en sorte que leur prix de revient est trop élevé pour qu'il leur soit possible de lutter avec les marbres de la Belgique. Aussi, depuis longtemps, l'exploitation du *rouge incarnat* se borne-t-elle à ce qui est nécessaire à la consommation dans un rayon assez petit, et en ce moment elle est même complétement abandonnée. Il est très-vraisemblable toutefois que les travaux du nouveau Louvre viendront bientôt rendre quelque activité à cette ancienne et importante exploitation.

M. Callion (F.) (n° 4262). — M. Callion exploite les *marbres de la vallée d'Aspe*, à Monmour, près d'Oloron, dans les Basses-Pyrénées. Il occupe 15 ouvriers sur les carrières et au-dessous; 3 ouvriers seulement travaillent au sciage du marbre dans son usine. Le mouvement est donné par une roue hydraulique de la force de quatre chevaux; il y a quatre châssis ayant chacun de 1 à 25 lames. Le prix de revient du mètre carré de marbre débité en tranches et pris à Pau, varie de 7 fr. 50 à 8 fr. 50. La production de M. Callion ne dépasse pas 20,000 francs.

M. Cazaux (B.) (n° 4264). — M. Cazaux exploite, depuis 1845, le *marbre blanc* de Gabas, et il le débite soit en tranches, soit en carreaux pour le dallage. Son usine est à Laruns, dans les Basses-Pyrénées. Le moteur est une roue hydraulique d'une force de douze chevaux : il fait manœuvrer quatre châssis à vingt-cinq lames ; un châssis à quatre lames pour débiter le marbre; une scie volante et une scie circulaire. Le nombre des ouvriers, hommes ou femmes, est de quinze en atelier et de vingt au dehors. Le prix du mètre cube rendu à Pau est seulement de 216 fr. Les tranches se vendent de 8 à 9 francs le mètre carré, lors-

que leur épaisseur est de 1,5 centimètres à 2,5 centimètres; leur prix s'élève au double, ou à 18 francs, lorsque leur épaisseur est de 4 centimètres, leur longueur de 1 mètre, leur largeur de 65 centimètres. A l'Exposition de 1849, M. Cazaux a reçu une médaille d'or à titre d'encouragement pour son exploitation de marbre blanc, qui est malheureusement si rare en France

M. Ardenne (n° 4244). — En 1836, M. Ardenne a découvert à Castera-Verduzan, dans le Gers, une carrière d'un marbre qui a une belle couleur jaune d'or. Le *marbre de Castera-Verduzan* appartient au terrain d'eau douce miocène de la Gascogne. On y distingue quelquefois des concrétions à zones concentriques, de même que dans le calcaire à priapolithes de Castres. Sa belle couleur jaune est due à un mélange intime d'ocre. Dans quelques parties il ya d'ailleurs de la chaux carbonatée blanche spathique et transparente. La présence de ce marbre est tout à fait accidentelle dans le terrain tertiaire, et on ne le connaît pas sur d'autres points du départementdu Gers; il est très-vraisemblable qu'il a été produit par des sources thermales ferrugineuses, comme celles qui coulent encore autour de Castera-Verduzan, notamment dans la propriété de M. le marquis Odon de Pins.

Le marbre de Castera-Verduzan prend très-bien le poli, et c'est un des plus beaux marbres jaunes que l'on connaisse; on peut l'extraire en blocs ayant 1 mètre de long, et, dans quelques cas rares, $1^{m},90$; leur hauteur est seulement de $0^{m},30$ à $0^{m},65$. Ces blocs ne forment pas une couche régulière; il faut les choisir dans la carrière même, au milieu du calcaire ordinaire et dans celles de ses parties qui ont été pénétrées par la source thermale ferrugineuse.

Jusqu'à présent ce marbre n'a pas été exploité d'une manière régulière, et une scierie reste encore à construire. On en fait cependant des cheminées, des guéridons, des autels; on s'en sert aussi pour des bracelets, des épingles, des chandeliers et de petits objets d'ornement à l'exécution

desquels il est très-propre. La vente de ces objets a été limitée aux environs de Castera-Verduzan. Quelques blocs de marbre brut ont été vendus à Bagnères-de-Bigorre au prix très-réduit de 300 fr. le mètre cube.

### 2. — Groupe des Alpes.

Le groupe des Alpes comprend les carrières de marbre et les usines qui sont situées sur le versant français des Alpes. On y trouve quelques beaux marbres, notamment du marbre d'un noir foncé très-pur et du cipolin ; l'exploitation de ce cipolin avait lieu dans le val Godemar, mais elle est abandonnée maintenant. Il y a aussi dans les Alpes de l'anhydrite, et surtout une grande variété de belles serpentines que nous avons déjà décrites. Les usines dans lesquelles on travaille ces serpentines sont d'ailleurs celles dans lesquelles on élabore les marbres des Alpes, et nous allons en parler maintenant.

M. Bigillion (n° 4257). — Depuis 1851, M. Bigillion a entrepris des exploitations de marbres, qui, comme toutes celles des Alpes, paraissent devoir prendre quelque développement.

Les marbres qu'il exploite sont le marbre *portor* de Chorges et du Lauzet. Le *marbre noir*, d'une teinte bien uniforme, dit *marbre noir antique*, qui se trouve à Saint-Crépin. Ce marbre a été exploité par les Romains.

La *brèche portor* de Saint-Crépin. Elle est formée de fragments noirs, entourés par des veines blanches ou brunâtres de chaux carbonate ferrifère.

Enfin le *marbre rose* de Chorges, et le *marbre violacé* et bréchiforme de Guillestre.

Cinquante-cinq ouvriers sont occupés sur les carrières et sept chevaux servent au transport des blocs extraits. Le nombre des ouvriers travaillant dans l'usine est seulement de six. La journée de ces ouvriers varie de 1 fr. 50 c. à 4 fr.

L'usine elle-même est établie à Gap ; on y débite le marbre

en tranches. Le moteur est une roue de la force de 10 chevaux : cette roue manœuvre 4 châssis ayant chacun 10 lames.

Les marbres exploités sont pour la plus grande partie vendus à des marbriers de Paris, notamment à MM. Michel et Cantini. La valeur des marbres livrés au commerce annuellement est de 55,000 fr. Voici d'ailleurs quel est le prix du mètre carré en tranches et du mètre cube brut rendus à Paris :

| | Mètre carré en tranches. | Mètre cube. brut. |
|---|---|---|
| Marbre portor de Chorges. . . . . | 20 fr | 560 fr |
| — portor du Lauzet, au Monestier de Briançon. | 23 | 600 |
| — rose de Chorges. . . . . | 18 | 475 |
| — violet de Guillestre. . . . . | 19 | 525 |
| — noir antique de Saint-Crépin. . . . . | 19 | 540 |
| — brèche-portor de Saint-Crépin. . . . . | 19 | 540 |
| — de Rezoul. . . . . | 20 | 560 |

Un coup d'œil jeté sur les prix de ces marbres des Hautes-Alpes montre qu'ils sont très-peu élevés ; car ils ne dépassent pas 600 fr., c'est-à-dire le prix de vente des marbres ordinaires de la Belgique. Bien que les marbres des Hautes-Alpes soient à une grande distance, ils peuvent être facilement transportés par la mer, le Rhône et les canaux, en sorte que, dès à présent, ils commencent à prendre part à l'approvisionnement de Paris.

M. Astreoud (A.) (n° 4354). — En 1851, M. Perroncel entreprit l'exploitation de plusieurs carrières de marbre dans les Alpes françaises ; il forma des ouvriers marbriers dans un pays où cette industrie était tout à fait inconnue, et il créa l'usine de Bon-Repos à La Mure d'Isère. Les beaux marbres qu'il envoya à l'Exposition française de 1844 fixèrent l'attention du Jury, qui lui décerna une médaille de bronze. Depuis 1851, M. Astréoud a remplacé M. Perroncel, et il se présente à l'Exposition Universelle avec des marbres qui sont également remarquables.

Citons spécialement le *marbre noir* à grain très-fin et à couleur bien uniforme de Sainte-Luce, canton de Corps, dans l'Isère ; ce dernier marbre prend très-bien le poli, et il a été préféré au marbre noir de Dinan pour le tombeau de l'Empereur Napoléon aux Invalides : on l'a extrait en blocs de $5^{m},50$ de longueur sur $1^{m},20$ de largeur et sur $0^{m},65$ d'épaisseur. La carrière de marbre noir de Sainte-Luce est à 18 kilomètres de La Mure ; elle occupe 4 à 6 ouvriers qui exploitent 25 mètres cubes de marbre par an.

Au Peychagnay, 4 à 6 ouvriers exploitent encore un marbre noir veiné de gris, nommé *gris panaché*, qui est à 4 kilomètres seulement de La Mure ; on en extrait annuellement 35 mètres cubes.

M. Astréoud a découvert récemment un beau marbre *jaune jaspé*, à Saint-Maximin (Var) ; il en a envoyé un échantillon à l'Exposition.

— A l'usine de Bon-Repos, le moteur est une roue d'une force de 14 chevaux ; cette roue donne le mouvement aux machines suivantes :

6 châssis garnis de 15 à 30 lames ;

6 lames à débiter les blocs ou les tranches ;

3 tours pour couper, creuser et polir les tables rondes ;

2 tours pour les colonnes et autres objets à surface de révolution.

Le personnel de l'usine se compose de : 1 contre-maître, 3 ouvriers employés au sciage et à la surveillance du travail de jour et de nuit. Comme l'arrosage se fait seul, il leur suffit de mettre toutes les heures un peu de sable sous les lames qui opèrent le sciage des blocs.

Dans l'atelier de confection, il y a 13 ouvriers qui travaillent ou sculptent le marbre, et 27 ouvrières qui le polissent.

Le salaire du contre-maître est de 90 fr. par mois ; celui des ouvriers marbriers varie de 2 à 4 fr. par jour ; celui des polisseuses est de 60 cent. à 1 fr. 25 cent.

L'usine de Bon-Repos travaille non-seulement les mar-

bres des carrières qu'elle exploite directement, mais encore différents marbres des Alpes, notamment le marbre de Laffray, la brèche portor de Saint-Crépin, et la brèche de couleur violette de Guillestre dans les Hautes-Alpes. Elle échange aussi la serpentine de Maurins et le marbre noir de Sainte-Luce contre des marbres d'Italie.

| Nom des Marbres. | En bloc | | En tranches de 0m,025 | | En tranches polies | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | à la Mure | à Paris | à la Mure | à Paris | à la Mure | à Paris |
| Marbre noir de Sainte-Luce. . . . . | 250f | 500f | 12f | 18f | 22f | 32f |
| — gris panaché du Peychagnay. . . . | 200 | 650 | 11 | 17 | 18 | 24 |

Des cheminées ordinaires en marbre des Alpes peuvent être livrées au prix très-réduit de 12 à 20 fr.

L'usine de Bon-Repos échange annuellement pour 25,000 fr. de serpentine de Maurins et de marbre noir de Sainte-Luce qui sont livrés en blocs. Elle vend, en outre, pour 60,000 fr. de marbrerie confectionnée.

Ses principaux débouchés sont, pour les marbres bruts, Marseille, Paris et la Belgique : c'est à Marseille surtout que se font les échanges des marbres des Alpes contre ceux d'Italie. Pour les marbres travaillés, les débouchés sont la Savoie, Genève, Lyon, Saint-Étienne, Lons-le-Saulnier, Besançon et tout le bassin du Rhône.

La production de l'usine de Bon-Repos est en voie de progrès, et elle se développera encore davantage avec le perfectionnement des voies de communication.

M. Sapey (C.) (n° 4420). — M. le sénateur Sapey a exposé des marbres remarquables provenant de ses carrières de l'Isère et des Hautes-Alpes. Il exploite notamment une *brèche* d'une belle couleur *rouge violacé*. Cette brèche est traversée par des veines nombreuses de chaux carbonatée blanche et spathique. Elle renferme des fragments de calcaire rouge violacé, de la serpentine verte, du quartz et

diverses roches dures qui en rendent le sciage et le polissage difficiles. Le prix du mètre cube est de 900 fr. à Vizille, de 1,000 fr. à Paris.

Les marbres exploités par M. Sapey sont sciés dans l'usine de Saint-Firmin près de Vizille. Le nombre total des ouvriers employés est de 35. Le mauvais état des chemins qui conduisent aux carrières est l'un des principaux obstacles au développement des exploitations.

Les débouchés sont d'ailleurs Mulhouse, Strasbourg, Metz, Nancy, Besançon, Paris, Agen, ainsi que la Savoie et la Belgique.

M. Molinier (F.) (n° 4321). — M. Molinier, marbrier depuis trente ans, exploite, outre la serpentine de Maurins, plusieurs marbres des Basses-Alpes.

Signalons un *marbre rouge violâtre*, à taches foncées, qui provient de la commune de Saint-Paul. Son prix est de 500 fr.

Citons aussi le *portor* de Saint-Paul, dans les Basses-Alpes; ce dernier est noir grisâtre et traversé par de petites veines très-ondulées de fer carbonaté jaune et de chaux carbonatée blanche; il revient à 800 fr. le mètre cube.

M. Molinier exploite en outre la *brèche jaune* de Digne; elle a une pâte violacée, dans laquelle sont disséminés des fragments arrondis et de grosseur variable; leur couleur est jaune, rougeâtre, brune ou grise, moins foncée que celle de la pâte. Cette brèche, qui est d'un bel effet et qui ressemble à celle d'Alet, peut être livrée au prix de 400 fr.

Enfin il y a encore un *marbre noir* de Beaujeu (Basses-Alpes), d'une couleur un peu terne, dont le prix est seulement de 300 fr.

L'exploitation de M. Molinier occupe en ce moment 19 ouvriers et produit des marbres pour une valeur qui n'excède pas 35,000 fr., mais elle pourra prendre du développement dès qu'une route impériale qui vient d'être décrétée permettra d'extraire plus facilement les blocs des carrières. Le

Jury a décerné une médaille de 2e classe à M. Molinier, pour son exploitation des marbres des Basses-Alpes.

### 3. — Groupe des Vosges.

Le groupe des Vosges comprend les carrières et les usines qui sont près des montagnes des Vosges. Il n'était représenté à l'Exposition que par l'usine la plus importante, celle de M. Colin. Elle se distingue des autres usines desquelles nous avons parlé jusqu'à présent, en ce qu'on y travaille non-seulement les marbres, mais encore les pierres dures. Dans l'usine de M. Varel, à Servance, on travaille également les granites et les porphyres des Vosges.

M. Colin (n° 153). — L'usine de M. Colin a déjà été décrite quand nous avons parlé des roches feldspathiques polies. Il suffira donc ici de faire connaître les calcaires des Vosges qui sont exploités comme marbres. Ces calcaires sont assez nombreux; tantôt ils sont enclavés dans le gneiss, tantôt ils appartiennent au terrain dévonien.

— Il y a d'abord le *marbre blanc* du Chippal, qui est un calcaire cristallin à grandes lamelles. Il a une très-belle couleur blanche; toutefois il renferme du mica et il a souvent l'inconvénient d'être fissuré.

— Le *marbre blanc* de Laveline est, comme le précédent, enclavé dans le gneiss. Il s'obtient en blocs compactes et de grandes dimensions; mais il est intimement pénétré de quartz et de feldspath, en sorte que son sciage présente de grandes difficultés. Il se vend au prix de 30 fr. le mètre carré.

— Dans le terrain dévonien des Vosges, on trouve d'autres marbres qui sont d'un usage plus répandu. Ainsi, à *Vackenback*, commune de Schirmeck, on exploite un beau *marbre brun rougeâtre*, veiné de blanc et de gris qui est connu dans le commerce sous le nom de *marbre Napoléon*. A *Framont*, au lieu dit l'Évêché, on extrait la même va-

riété de marbre, et de plus une autre, qui est traversée par des veines verdâtres.

A *Russ*, on trouve un très-beau *marbre brun* et *vert* qui contient un grand nombre de tiges d'encrines et de polypiers. Il est formé par un calcaire pénétré de schiste, et il prend bien le poli ; mais le sciage et l'extraction en sont assez difficiles. Ces marbres de Vackenback, de Framont et de Russ se vendent en tranches au prix de 27 fr. le mètre carré.

### 4. — Groupe du Nord.

Le groupe du Nord comprend les carrières et les usines qui se trouvent au nord et au nord-est de la France, notamment dans les départements du Pas-de-Calais, du Nord, des Ardennes, de la Meuse.

Les marbres de ce groupe sont exploités très-activement ; ils ont généralement des couleurs sombres comme les marbres de la Belgique. On les emploie beaucoup à Paris et dans le nord de la France.

M. Deconchy (n° 13). — M. Deconchy exploite l'importante carrière de Franchimont, près de Philippeville, l'une des plus anciennes de la Belgique. Bien que cette carrière se trouve en Belgique, nous en parlerons à la France, M. Deconchy figurant seulement au catalogue parmi les Exposants français.

Les premiers travaux de la carrière de *marbre de Franchimont* ont été commencés il y a environ un siècle, et la scierie dans laquelle on débite le marbre qu'on extrait, a été construite en 1763.

Ce marbre se nomme quelquefois *rouge royal ;* il a une couleur rouge mélangée de gris et de blanc ; ses parties blanches sont généralement formées, comme dans le grand incarnat, par de la chaux carbonatée concrétionnée et cristalline. Ses parties rouges consistent, au contraire, en un calcaire compacte, dans lequel il y a souvent un grand nombre de fossiles. Le calcaire rouge représente donc la roche

primitive dans laquelle il s'est produit des vides qui ont ensuite été remplis par des infiltrations de chaux carbonatée blanche.

Le marbre de Franchimont forme une couche qui est comprise entre deux couches de schiste, et qui plonge assez fortement. L'exploitation a donné lieu à une excavation profonde, dans laquelle on est gagné par l'eau ; les blocs détachés sont extraits le long d'un plan incliné et au moyen d'un cabestan. On peut obtenir ce marbre en blocs de 10 mètres de longueur.

Le nombre des ouvriers employés à l'exploitation est de 20. La quantité extraite annuellement ne dépasse pas 150 mètres cubes.

La scierie de Franchimont débite 3,000 mètres carrés de marbre en tranches. Le prix de ce marbre à Paris est de 500 fr. le mètre cube, et de 15 fr. le mètre superficiel en tranches de $0^{m},02$ d'épaisseur ; le prix du mètre carré poli est seulement de 10 fr. Le chiffre de sa vente ne dépasse pas 60,000 fr. par an. Une petite partie seulement est vendue en Belgique, tout le reste est consommé en France.

Le marbre de Franchimont est souvent employé à Paris pour décorer les boutiques et les magasins. Avec le marbre de Saint-Anne, il a servi au dallage de la galerie vitrée au Palais-Royal. On en a fait des colonnes qui décorent les appartements du Ministre des finances, rue de Rivoli. Dans le musée des antiques, il forme les piédestaux de diverses statues. Il forme encore les panneaux inférieurs dans la galerie des tableaux au Louvre, ainsi que dans la grande galerie des Batailles, à Versailles.

— M. Deconchy possède à Cousolre, dans le département du Nord, une scierie qui occupe 12 ouvriers, dans laquelle on débite le marbre de Franchimont. Enfin, il possède également deux autres scieries à Fatouville, près de Honfleur, qui produisent annuellement 12,000 mètres carrés de marbre en tranches : elles travaillent différents marbres d'Italie et

des Pyrénées, qu'il est facile d'y transporter économiquement par le cabotage. L'importance de la vente et de la fabrication de M. Deconchy le place, avec M. Dervillé, à la tête du commerce de la marbrerie en France.

M. Gaudy (T.) (n° 4378). — Il existe aux environs de Boulogne-sur-Mer un calcaire très-compacte qui passe à des couches renfermant des productus, et qui appartient à la partie supérieure du calcaire carbonifère. Ce calcaire, de couleur gris brunâtre, blonde, café au lait ou brun grisâtre, donne un marbre un peu sombre, mais qui est d'excellente qualité. Sa densité est faible, car elle est seulement de 2,43. Il présente tantôt des veines, tantôt des concrétions; quelquefois il est comme granité. Il prend d'ailleurs très-bien le poli. On peut surtout en avoir des blocs de toutes dimensions, et dans la carrière Napoléon, il y en a même des masses qui dépassent 80 mètres cubes.

Le *marbre dit de Boulogne* se trouve dans un polygone limité par Marquise, Hermelinghen, Landrethun et Leubringhen. Son exploitation ne date guère que de 1804, et elle a dû son premier développement à l'emploi qui a été fait de ce marbre pour la colonne commémorative du camp de Boulogne, destinée à perpétuer le souvenir de la première distribution des décorations de la Légion d'honneur.

Depuis cette époque, on a reconnu l'existence d'une vingtaine de carrières dans lesquelles on pourrait extraire du marbre, mais M. Gaudy ne l'exploite qu'à Ferques, à Hidrequen et à Blecquenecq. Deux scieries hydrauliques, d'une force de 16 chevaux chacune, servent à le débiter en tranches; 200 lames de scies y sont en mouvement nuit et jour. Le nombre d'ouvriers employés est de 22 en atelier, de 120 au dehors et sur les carrières. La production annuelle est de 10,000 mètres carrés de marbre en tranches, et de 300 mètres cubes en blocs. La Belgique et la Hollande consomment les deux tiers de ces blocs; le reste se répand à Valenciennes, au Quesnoy-sous-Deule et à Maubeuge. Les tranches se vendent à Paris, Lille, Bordeaux, Rouen, le

Havre, Dunkerque, Arras, Amiens, Abbeville, Caen, Dieppe, Saint-Omer, etc.

Le marbre de Boulogne a une couleur un peu sombre qui le rend propre à la décoration des tombeaux ; aussi a-t-il été employé à Paris à la chapelle expiatoire et au monument de l'empereur Napoléon aux Invalides. Du reste, on l'a également employé à la Bourse, à l'église de la Madeleine, ainsi que dans les cathédrales d'Arras et d'Amiens.

Voici quels sont les prix des marbres du Boulonnais achetés directement et rendus à la gare de Paris :

| | Blocs. | Tranche. |
|---|---|---|
| | mètre cube. | mètre carré. |
| Marbre Napoléon, gris brunâtre à veines blondes. . | 400 | 17f 00c |
| Marbres Lunel, ainsi que les variétés Henriette, Joinville. . . . . | 375 | 14 40 |
| Marbre rubané, gris brunâtre et blond. . . . . | 275 | 11 35 |
| Id. dit *Stinkal*, brun jaunâtre à taches brunes. | 200 | 10 50 |

Ces prix sont ceux des marbres achetés directement à Boulogne, et ils sont très-notablement inférieurs à ceux que nous avons donnés antérieurement, qui leur sont attribués par le commerce de Paris. Le marbre de Boulogne revient à un prix très-peu élevé ; aussi son emploi se répand-il chaque jour davantage, surtout depuis l'établissement du chemin de fer. De tous les marbriers de France, M. Gaudy est d'ailleurs le seul qui, par la modicité de ses prix, puisse lutter avantageusement avec les marbriers belges, et il exporte même une grande partie de ses marbres en Belgique.

M. Puissant (n° 4333 France, n° 344 Belgique). — M. Puissant exploite sur une très-grande échelle les *marbres de Merbes-le-Château*, en Hainaut. Cette exploitation occupe 140 ouvriers en atelier et 250 dans les diverses carrières. 80 chevaux de force, obtenus par la vapeur et par l'eau, mettent en mouvement des scies, des machines à moulures. M. Puissant avait exposé une belle cheminée en *marbre rouge marron* veiné de blanc. Les marbres de Merbes-le-

Château font l'objet d'un commerce important pour Paris ; ils appartiennent au calcaire dévonien de l'Eifel qui est à la base du terrain anthraxifère.

M. Donau (F.) (n° 4276). — M. Donau exploite et travaille les marbres de Givet dans les Ardennes. Son usine a été fondée en 1852. Il occupe 22 ouvriers en atelier, 12 au dehors. Le mouvement est donné par une roue hydraulique de la force de 10 chevaux et par un manége de la force de 2 chevaux. Les marbres exploités dans les environs de Givet appartiennent, comme ceux des Merbes, au calcaire dévonien de l'Eifel. Leur qualité n'est pas inférieure à celle des marbres de la Belgique.

Dans la carrière de Rancennes, découverte en 1847, on extrait des marbres noirs et blancs désignés dans le commerce sous le nom de *Florence*, de *Sainte-Anne*, de *Braël;* ce dernier, qui est à fond noir parsemé de petites taches blanches, est assez remarquable.

Dans la carrière de Fromelennes, qui a été découverte seulement en 1853, on obtient des marbres rouges, brunâtres, nuancés de blanc et de gris; on les nomme dans le commerce *ripel*, *granite*, *griotte*.

Tous ces marbres sont de bonne qualité et ils prennent très-bien le poli. Ils sont pour la plus grande partie débités en tranches et ils se vendent au prix de 11 francs le mètre carré. Cette exploitation de M. Donau paraît dans de bonnes conditions de succès.

M. Josset (M.-J.). — M. Josset, à Maubeuge (Nord), exploite les *marbres de la Belgique* et du *nord de la France*. Ses ateliers sont à Jeumont et à Cousolre. Il a établi en outre un dépôt de marbres à la Ruission, dans le canton de Merbes-le-Château.

M. Broutechoux (n° 7845). — La statistique géologique de la Meuse décrit une *lumachelle* qui a été signalée dans les anciens ouvrages de minéralogie sous le nom de *pierre chaline* ou de *marbre de l'Argonne*[1]. Elle est formée de coquilles

[1] *Buvignier et Sauvage;* Statistique géologique de la Meuse, p. 374-375.

noirâtres disséminées dans un calcaire gris bleuâtre; elle devient jaunâtre dans les parties qui ont été exposées à l'air, et alors sa couleur est très-nuancée. Elle est très-compacte, très-résistante, et par suite difficile à tailler; mais elle prend bien le poli. Elle se trouve près de Verdun, à Avocourt, à Aubréville, à Parois, à Brocourt, à Rampont; ses bancs atteignent de 0m,30 à 0m,40 d'épaisseur.

Depuis quelques années, M. Broutechoux a entrepris d'exploiter cette lumachelle, et il a envoyé à l'Exposition une cheminée et une pendule sorties de ses ateliers.

MM. Lucq (n° 4400). — Depuis 1836, MM. Lucq exploitent dans le département du Nord une *lumachelle* qui ressemble beaucoup à la précédente, et qui provient de Pont-sur-Sambre, près Maubeuge. Sa couleur est gris brunâtre assez sombre; les fossiles qu'elle enveloppe ont une couleur noirâtre.

### 5. — Groupe de l'Ouest.

Le groupe de l'Ouest comprend les carrières et les usines de la presqu'île de Bretagne et des départements voisins. Les marbres de cette partie de la France se trouvent surtout dans les départements de la Mayenne, de la Sarthe, du Calvados. Ils sont homogènes, compactes, et de la bonne qualité; mais, comme ceux du nord de la France, ils ont généralement des couleurs un peu sombres. Leur exploitation est d'ailleurs très-active, et depuis quelques années elle a pris beaucoup de développement; elle va sans doute créer une concurrence sérieuse aux marbres du nord de la France et de la Belgique.

MM. Landeau, Noyers et Cie (n° 4338). — MM. Landeau et Noyers exploitent aux environs de Sablé, dans la Sarthe, cinq variétés de marbre appartenant au terrain anthraxifère des bords de la Loire. Ils distinguent le *marbre noir*, le *gris panaché*, le *rose en jugeraie*, le *sainte-anne* et le *sarrancolin de l'Ouest* : ces deux derniers ressemblent assez aux marbres de la Belgique et des Pyrénées dont ils portent le nom. Tous

ces marbres sont compactes, exempts de fils et de défauts ; ils prennent bien le poli; ils peuvent s'exploiter en grands blocs : ainsi, les tranches envoyées à l'Exposition avaient une surface de $1^{m.\,c.}$,50. Il y avait d'ailleurs une belle colonne de sarrancolin de l'Ouest, ayant $4^{m}$,30 de hauteur et un diamètre de $0^{m}$,41.

Une force motrice de 90 chevaux au moins, met en mouvement 4 scieries hydrauliques comprenant plus de 340 lames. L'organisation des machines est très-bien entendue et présente quelques perfectionnements; elle permet de travailler des pièces de marbre de toutes les dimensions. Le nombre des ouvriers est constant pendant toute l'année, il s'élève à 150 : ces ouvriers produisent annuellement 12,000 à 15,000 mètres carrés de marbre en tranches.

Le marbre de Sablé est surtout employé pour cheminées et pour dessus de meubles; la colonne envoyée à l'Exposition montre qu'il pourrait aussi être employé dans les monuments; cependant, ses couleurs sont moins vives que celles de plusieurs des marbres de nos carrières de France. Il s'expédie dans la Bretagne, la Touraine, la Normandie et jusqu'à Paris, où le chemin de fer lui permet de lutter avec avantage contre les marbres de la Belgique.

MM. Landeau et Noyers ont su vaincre les grandes difficultés inhérentes à l'exploitation de carrières nouvelles, à la création d'un grand établissement destiné au travail des marbres; depuis plusieurs années déjà, ils livrent au commerce de grandes quantités de marbres très-estimés et très-utiles dans les constructions : leur industrie est une source de prospérité pour la ville de Sablé; aussi le Jury a-t-il pensé qu'ils méritaient une médaille de 2e classe.

Société marbrière du Maine (n° 7839). — La société marbrière du Maine s'est fondée au Mans en 1851, et dès à présent elle exploite 12 carrières dont les marbres sont travaillés dans deux usines importantes [1].

[1] Rapport du Jury départemental (Secrétaire *Marcel Vétillart*).

Les carrières qu'elle exploite se trouvent à Joué-en-Charnie, à Loué et aux environs de Saint-Pierre-sur-Erve, dans le département de la Sarthe; à Neuvillette, à Greez-en-Bouère et près de Laval, dans le département de la Mayenne. Ses marbres appartiennent à peu près aux mêmes variétés que ceux de la Société Landeau et Noyers, de Sablé. Elle les distingue d'après leurs couleurs ou d'après la localité de laquelle ils proviennent, savoir : *gris perlé*, *gris fleuri*, *brun panaché*, *brèche portor*, *bleu de Neuvillette*, *rose de Laize*, *blanc de Corbinière*, *brèche Sainte-Catherine*, *Sainte-Anne de l'Ouest*, et deux variétés de *sarrancolin de l'Ouest*, l'une rouge, l'autre jaune.

L'Exposition présentait une table d'un marbre gris assez vulgaire, mais très-compacte et très-résistant, que la Société du Maine proposait de livrer, pour les halles de Paris, au prix de 18 centimes le mètre carré monté sur consoles. Les marbres de la Société du Maine peuvent s'extraire en blocs considérables, ayant pour ainsi dire toutes dimensions. Ils sont très-compactes et ils prennent bien le poli; cependant ils ont généralement des couleurs sombres comme les autres marbres des bords de la Loire et comme ceux de la Belgique.

— Deux usines servent au travail des marbres de la Société du Maine.

La première est à Pontlieuc, où elle dispose d'une chute d'eau de 25 chevaux. Une machine à raboter est destinée à faire les moulures. Une scie circulaire débite les marbres en pavés et en losanges. Il y a aussi une machine à polir. Le sciage du marbre en tranches est opéré par 6 armures ayant chacune 25 lames.

La deuxième usine se trouve au gué de Maulny; elle est beaucoup moins importante; le sciage y est opéré par quatre armures seulement, ce qui donne en tout 250 lames pour les deux usines. La quantité de marbres en tranches qu'elles peuvent débiter est de 1,000 mètres carrés par mois : soit 12,000 mètres par an.

La Société marbrière du Maine occupe dès à présent 110 ouvriers, hommes, femmes et enfants. Elle livre surtout du marbre en tranches pour cheminées et pour meubles.

Le prix du mètre carré poli, au Mans, descend jusqu'à 8 francs pour le *gris perlé*, le *brun panaché*, le *bleu de Neuvillette;* il est au plus de 10 francs pour le *Sainte-Anne* et le *sarrancolin;* il ne s'élève à 18 francs que pour le *Sainte-Catherine*, et à 25 francs que pour la *brèche-portor.*

Le prix du mètre cube, rendu à Paris, est très-peu élevé; car il varie de 175 à 200 fr.; ce prix est bien inférieur à celui que le commerce de Paris attribue aux marbres de la Sarthe et de la Mayenne.

La Société marbrière du Maine s'est formée pour donner du travail à une population malheureuse : dans ce but, elle a crée des usines, elle a repris des carrières abandonnées depuis 1848 et elle en a ouvert de nouvelles. L'exploitation de ses marbres peut se faire économiquement; et, d'un autre côté, le chemin de fer permet de les transporter facilement à Paris; il est donc probable que les marbres du Mans viendront, par la suite, prendre part à la consommation de Paris, comme les marbres de la Belgique et du nord de la France, avec lesquels ils ont beaucoup de ressemblance.

M^me^ V^e^ Henry (n° 4294). — M^me^ V^e^ Henry fait exploiter et travailler, dans son usine de Laval, les *marbres de la Mayenne.* Ces marbres sont noirs, gris et rouges; ils ne diffèrent pas de ceux que nous venons de décrire qui proviennent des environs de Sablé et du Mans. Ils appartiennent au terrain anthraxifère.

25 ouvriers sont occupés à l'usine, 37 au dehors. Une roue hydraulique donne le mouvement à 250 lames qui débitent le marbre en tranches.

L'usine de M^me^ Henry existe depuis 1820, et, dans nos expositions nationales de 1839, de 1844 et de 1849, elle a reçu 3 médailles de bronze. Le nombre très-grand des

marbres remarquables envoyés à l'Exposition Universelle a dû forcer le Jury à lui accorder seulement une mention.

MM. Bunel (V.) et Labarthe (C.) (n° 4261). — Depuis 1852, MM. Bunel et Labarthe ont créé une usine dans laquelle ils travaillent les *marbres de Regneville* (Manche). Ces marbres proviennent des carrières qui étaient d'abord exploitées pour la fabrication de la chaux. 40 ouvriers sont occupés dans les carrières et dans l'usine. Le moteur est une machine à vapeur d'une force de 6 chevaux : on se propose de l'augmenter par l'adjonction d'une ou de deux autres machines.

Les *marbres de Regneville* ont une couleur qui varie du noir au blanc grisâtre : ils prennent très-bien le poli. Le plus remarquable est un marbre noir foncé traversé par des veines blanches ou brunâtres de chaux carbonatée ferrifère ; c'est une espèce de *portor*. Un autre est gris bleuâtre, agréablement veiné de blanc. Un troisième est blanc grisâtre, traversé par un grand nombre de fissures fines et irrégulières qui sont remplies par un carbonate ferrifère de couleur brune ou jaunâtre.

Les marbres de Regneville envoyés à l'Exposition avaient été travaillés avec beaucoup de soin ; un bénitier, des pendules, des guéridons, des cheminées de différents styles, ne laissaient rien à désirer pour leur fini et leur bonne exécution.

Regneville étant un port de mer près de Coutances, il sera facile de transporter ces marbres et de leur trouver des débouchés soit sur les côtes de France, soit en Angleterre. Dès 1819, des carrières de marbre ont été exploitées à Regneville par M. Guion des Moulins ; mais la création de l'usine à vapeur est due à une généreuse initiative de M. Bunel, riche propriétaire de l'arrondissement de Coutances, qui a cherché par ce moyen à donner du travail à la population ouvrière.

M. Nory-Dupar (n° 186). — M. Nory-Dupar avait envoyé à l'Exposition un marbre gris, provenant de la forêt d'É-

couves, commune de Radon, dans le département de l'Orne. Ce marbre, présenté en 1851 à l'Académie des Sciences, a déjà été examiné par une commission formée de MM. Élie de Beaumont et Constant-Prevost; nous ne saurions mieux faire que de citer ici une partie du rapport de M. E. de Beaumont :

« Le *marbre de Radon* renferme 15 à 20 p. 100 de ma-
» tières quartzeuses et argileuses. Il est d'un gris noirâtre
» ou légèrement bleuâtre, traversé par des veines blanches,
» noirâtres, et par quelques filets jaunes. Il contient acci-
» dentellement des pyrites.

» L'assise calcaire découverte par M. Nory-Dupar, affleure
» dans la commune de Radon, à environ 10 kilomètres au
» nord d'Alençon, sur le bord d'un étang, au milieu des
» collines qui forment les contre-forts du massif montagneux
» de la forêt d'Écouves. Ce massif, y compris les collines de
» Radon, a été colorié, sur la carte géologique de la France,
» comme appartenant au terrain silurien. Il se compose en
» partie de quartzites qui forment, dans nos départements
» de l'Ouest, la base de ce terrain. On y trouve aussi des
» schistes qui en dépendent également.

» Le marbre de Radon est probablement voisin des quart-
» zites, et le marbre découvert au fond de la carrière pour-
» rait contribuer à confirmer cette conjecture ; on peut pré-
» sumer que son gisement a de l'analogie avec celui du
» *marbre de Vieux*, dans le département du Calvados. »

### 6. — Groupe du Centre.

Le groupe du Centre comprend les carrières et les usines qui se trouvent autour du plateau granitique central dans les départements du Lot, du Lot-et-Garonne, de la Nièvre, de la Côte-d'Or. Nous y réunissons même celles du département du Jura, quoiqu'il soit déjà à une distance assez grande.

Les marbres du Jura sont exploités avec assez d'activité ; mais les marbres des autres départements sont pour la plu-

part découverts depuis peu de temps, et leur exploitation est encore peu importante.

M. Saint-Amand (F.) (n° 4337). —M. F. Saint-Amand avait exposé des marbres provenant de carrières qu'il a retrouvées ou découvertes dans les environs de Tournon (Lot-et-Garonne).

Avant 1848, ces *marbres de Tournon* étaient travaillés par deux cents détenus de la maison de détention d'Yssès; mais maintenant on n'emploie plus que des ouvriers libres. Une scierie vient d'être établie à Libos; elle occupe 10 ouvriers et 25 ouvrières.

De même que le marbre jaune de Castera-Verduzan, ces marbres appartiennent au terrain tertiaire d'eau douce. Ils ont généralement une belle couleur jaune avec des teintes très-chaudes, tirant tantôt sur le violet, tantôt sur le rose. Il y a aussi du jaune fleuri et du jaune moucheté.

Ils proviennent des carrières de la Marquise et de la Garde, commune de Tournon; les premières carrières donnent des blocs de 3 mètres de long, sur $0^m,80$ de large; dans les deuxièmes, les blocs ont seulement $1^m,3$ sur $0^m,30$.

Le prix du mètre cube de tous les marbres précédents est seulement de 83 fr. sur les lieux.

A la carrière de Clairac, le marbre a une couleur jaune très-vive, il est traversé par beaucoup de petites veines grises entre-croisées, qui lui donnent une structure grenue: on peut l'extraire en blocs de 2 mètres sur $0^m,20$.

A la carrière de Barron, on a une brèche jaune vif, dont les fragments sont entourés et traversés par des veines blanches de calcaire spathique; on l'exploite en blocs de $0^m,80$ sur $0^m,20$.

A la carrière de Perricard, on a un marbre à fond jaune pâle, sur lequel se détachent des veines brun rouge; ses blocs sont de 1 mètre sur $0^m,30$.

De très-belles brèches s'exploitent dans les anciennes carrières du Fronquet, près de Tournon. Elles ont une couleur blanc jaunâtre avec des veines et des fragments gris bru-

nâtre. Ces carrières du Fronquet ont été exploitées autrefois sur une grande échelle, comme le démontrent des accumulations considérables de déblais. Les marbres qui en ont été extraits ne se retrouvent pas dans les monuments du pays; et comme les anciennes fouilles sont maintenant complétement recouvertes par une forêt, elles remontent sans doute à l'époque de la domination romaine.

Le prix du mètre cube de ces derniers marbres est plus élevé que celui des premiers, mais il est encore très-bas; car il est seulement de 135 fr. à Villeneuve-sur-Lot.

Le prix s'augmente d'ailleurs de 40 fr. par le transport à Bordeaux, et de 150 fr. par le transport à Paris.

Les marbres jaunes de Tournon peuvent être comptés parmi les plus beaux de ce genre que nous ayons en France; leur prix est d'ailleurs moitié de celui des marbres ordinaires, puisqu'il ne dépasse pas 270 fr. et 325 fr. le mètre cube; il serait donc désirable, dans l'intérêt de la décoration de nos monuments, que l'exploitation de ces marbres prît tout le développement qu'elle est susceptible d'atteindre.

M. Breton (n° 25). — M. Breton, marbrier à Cahors, avait réuni dans une table mosaïque les *marbres* du département du *Lot*. Cette collection intéressante montre qu'on trouverait dans le Lot des marbres à couleurs variées. Aux environs d'Aynac, de la Capelle, de Theminettes, on a des marbres rouges de différentes nuances; sur les plateaux de Reyvignes et d'Assier, des marbres à fond gris; aux environs de Gourdon, des brèches et des lumachelles; près de Cahors, à Crayssac, on trouve des calcaires qui ont une couleur nankin et qui prennent très-bien le poli. Ces marbres appartiennent soit au terrain de transition, soit au lias. Le marbre rouge d'Aynac est d'ailleurs le seul d'entre eux qui ait été exploité autrefois; douze autres proviennent de recherches faites sur tous les points du département, et nous allons indiquer leurs caractères ainsi que les carrières desquelles ils ont été extraits.

— Marbre rouge d'Aynac, extrait d'une belle carrière, appelée la Marbrière, qui est dans la commune d'Aynac. Cette carrière est près d'une route impériale, et à proximité de la Dordogne. Le marbre d'Aynac a servi à décorer les églises de La Capelle, de Leyme et de Saint-Céré.

Il y a d'ailleurs des variétés de marbres semblables à celui d'Aynac, dans les cantons de Livernon, de La Capelle et de Saint-Céré.

— Marbre rouge de la Poujade, aux environs de Loubressac; il ressemble à celui d'Aynac ; il a même une plus belle couleur rouge, et il n'est pas caverneux. Il est accidentellement traversé par des veines blanches de chaux carbonatée.

— Brèche à fond gris veinée de rouge. Elle a été extraite des carrières du Pendent, commune de Cabrerets. Elle est voisine d'une route de grande communication.

— Brèche de couleur grise. Elle provient de la carrière de Cuzergue, commune de Cajarc, et elle se retrouve aux environs de Saint-Chels, ainsi que dans le plateau qui domine Cajare. L'exploitation en serait facile, ce plateau étant traversé par deux lignes de grande communication.

— Brèche à fond jaune nankin, qui est d'un aspect agréable, et qui se polit très-bien. Elle a été extraite d'un banc de marbre que l'on rencontre près de Puycavel, commune de Larnagol.

La carrière serait abondante, d'une extraction facile et située à peu de distance de la rivière du Lot, ainsi que d'un chemin de grande communication qui est actuellement en construction.

— Marbre nankin, traversé par des veines brunes et noires, du vallon d'Appisson, commune de Léobard, près Gourdon. Il prend très-bien le poli et son extraction serait facile.

— Marbre nankin très-clair, nuagé de noir; il reçoit un beau poli; il provient du côté droit de la vallée du Céon. Une brèche nankin se trouve au même endroit.

— Marbre de la couleur du bois de palissandre ; il a été extrait d'une carrière très-abondante, contre la route impériale de Milhau à Tonneins, sur le plateau de Cressac, près Cahors.

— Lumachelle reproduisant assez bien la brèche de l'Ariége, qu'on appelle petit deuil. La carrière de laquelle elle provient est située au Brulat, dans le vallon du Bléou, près Gourdon, le long d'un chemin de grande communication et auprès d'un cours d'eau qui pourrait être utilisé par une usine à travailler le marbre.

— Lumachelle, couleur terre de Sienne, extraite de la carrière du Brulat, comme la lumachelle grise dont elle n'est qu'une variété.

— Lumachelle à fond gris et brun recevant un beau poli. Elle provient d'une carrière aux environs de Gourdon.

La même lumachelle se retrouve dans la vallée du Bléou, où elle a des teintes variées de noir et de rouge.

—Marbre gris tirant légèrement sur le jaune, et parsemé de veines rouge-cerise. Il forme un banc considérable sur le plateau de Reyrevignes, canton de Livernon ; il serait abondant et d'une exploitation facile.

— Marbre gris orangé des carrières de Reyrevignes.

— Les *marbres rouges* et les *marbres jaunes* sont les plus remarquables parmi les marbres du département du Lot que nous venons d'énumérer : ils serviraient très-bien à la décoration monumentale. Les autres ne pourraient guère trouver d'emploi que dans le pays, à une petite distance des carrières dans lesquelles ils seraient exploités.

M. Dargaud (n° 7843). — En 1850, M. Dargaud a créé à Molinges une usine pour le travail des *marbres du Jura*.

Il occupe dès à présent 55 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 75 à 3 fr. 50. Le mouvement est donné par deux roues hydrauliques, d'une force de 18 chevaux. Il y a 8 châssis portant 80 lames et 5 machines diverses pour travailler le marbre.

Les marbres exploités par M. Dargaud se trouvent dans

les communes de Molinges et de Prat, dans l'arrondissement de Saint-Claude. Ils ont tous une teinte jaune plus ou moins prononcée et leur aspect est assez agréable. Ils sont dans des conditions très-avantageuses d'exploitation, et ils peuvent être livrés au commerce à des prix très-bas, comme le tableau suivant permettra de l'apprécier :

| | Brocatelle | | | Lumachelle. |
|---|---|---|---|---|
| | Jaune. | Violâtre. | Fleurie. | |
| Prix du mètre cube en blocs.. . . . | 210f | 230f | 230f | 250f |
| ——— carré en tranches.. . | 13 | 14 | 14 | 15 |

Les marbres du Jura sont employés à Paris et ils tendent à s'y répandre de plus en plus. Indépendamment de ceux desquels nous venons de parler, on en exploite aussi dans les environs de Saint-Amour, qui ne figuraient pas à l'Exposition.

M. Perronnet-Gourdon (n° 4329). — M. Perronnet-Gourdon a envoyé du *marbre de la Doix*, commune de Serrigny, près de Beaune (Côte-d'Or). Ce marbre est aussi compacte que la pierre lithographique, et il prend assez bien le poli ; il a une couleur blanche rosâtre, et il est régulièrement tacheté de rose violacé. Les dessins et les veines nuageuses qu'il présente le font, au premier abord, ressembler à du stuc. Il renferme quelquefois des noyaux de chaux carbonatée qui sont spathiques et transparents comme le spath d'Islande.

D'après la carte géologique de la Côte-d'Or de M. G. de Nerville, ce marbre appartient au forest-marble. La carrière dans laquelle on l'exploite se trouve à la Rangie, à 800 mètres du chemin de Magny, à la Doix. Il y forme des bancs de 1m,20 d'épaisseur. Son exploitation se fait à ciel ouvert et sans qu'il soit nécessaire d'enlever des terres de recouvrement; il est donc très-facile à exploiter. Aussi le marbre de la Doix peut-il être livré au prix très-bas de 150

à 190 francs le mètre cube, et de 10 à 12 francs le mètre carré, en tranche de 0m,025 d'épaisseur.

La carrière se trouve seulement à 3 kilomètres de distance de la gare de Corgoloin, sur le chemin de fer de Paris à Lyon; par conséquent il serait très-facile d'expédier ce marbre à Paris.

Le marbre de la Doix est employé, dans la Côte-d'Or, à la construction des autels, à la confection d'escaliers, de cheminées et d'appuis de fenêtres. Il sert à daller et à revêtir les salles de bains. Son bas prix permet même de l'employer jusque dans les fermes : on en fait des auges et des tables pour les salles à manger. Il a été exploité à une époque assez reculée; il décore en effet plusieurs églises, et à Dijon il forme le grand escalier du palais des États, ainsi que le maître autel de la salle des Pas-Perdus, au Palais de justice.

Société Éduenne des marbres de Champ-Robert. — Plusieurs habitants d'Autun ont fondé, en 1853, une société pour l'exploitation du *marbre blanc* de Champ-Robert, situé à une distance de 32 kilomètres, dans la commune de la Roche-Meillay (Nièvre). Ce marbre est fortement cristallin; quelquefois même ses lamelles atteignent un centimètre. Il est accidentellement traversé par de petites veines noires de graphite. Sa couleur blanc-grisâtre le classe à la limite des marbres qu'il est possible d'employer dans la statuaire.

Le marbre de Champ-Robert se trouve à proximité de mines de fer exploitées par le Creusot. Il s'étend sur une surface d'un hectare et son extraction est facile; ce qui permettrait de le livrer à un prix inférieur à celui du marbre blanc ordinaire. Il se présente en blocs irréguliers; mais l'échantillon qui a été envoyé à l'Exposition montre bien qu'on peut en avoir des blocs de grandes dimensions.

Les Romains ont vraisemblablement exploité les marbres de Champ-Robert, car aux bains de Saint-Honoré, et surtout dans les ruines d'Autun, on a trouvé de nombreux débris d'un marbre qui présente les mêmes caractères minéralogiques.

M. Hastier de Jolivette (n° 4293). — Il existe à Chatelperron, dans le département de l'Allier, un gîte de *marbre blanc-grisâtre* que l'on peut suivre sur une longueur de 800 mètres. On y a commencé des exploitations à une époque très-reculée, et l'on a même employé ce marbre au dallage du parvis de Notre-Dame de Paris. La variété du marbre de Chatelperron, qui a servi à cet usage, est blanc-grisâtre, légèrement veinée de rose par suite d'altération ; de plus son grain est très-gros, en sorte qu'elle se brise assez facilement.

En 1854, M. Hastier de Jolivette a commencé l'exploitation d'une nouvelle carrière qui se trouve dans sa propriété des Escures. On en extrait un marbre très-cristallin, mais non cassant, ayant une couleur blanc-grisâtre ou gris-bleuâtre, beaucoup plus foncée que celle du marbre de Champ-Robert; ce marbre est en outre traversé par des veines gris-noirâtre, et certains échantillons sont même entièrement gris. On peut d'ailleurs l'obtenir en blocs bien compactes, ayant 2 mètres de longueur sur 1m,50 de largeur.

— Si les marbres de Champ-Robert et de Chatelperron se laissent scier et travailler avec facilité, il est vraisemblable qu'ils pourront être avantageusement exploités pour les constructions et pour la décoration des appartements; car tous les ans l'Italie importe en France des quantités considérables de marbres grisâtres ou blanc veiné.

### 7. — Groupe de Corse.

Le groupe de Corse comprend les carrières et les usines de l'île de Corse. C'est seulement depuis quelques années que l'attention a été appelée sur les marbres de la Corse et dès à présent on a constaté qu'il en existe plusieurs dont l'exploitation paraît avoir de l'avenir.

M. Illiani (T.) (n° 4298). — Sur les deux rives du torrent la Rostonica, et à 2 kilomètres seulement de la ville de Corte, M. Illiani a fait, en 1844, la découverte de riches gisements de marbres. Ces marbres, qu'il a envoyés à l'Expo-

sition Universelle, sont : le *bleu turquin*, des *marbres gris* et *blancs* (*bardiglio*, *fiorito*) à dessins très-variés, quelquefois à structure bréchiforme.

Les carrières de *bleu turquin* sont situées dans la commune de Serraggio, à droite et à une faible distance de la route de Corte à Ajaccio. Elles sont surtout remarquables par la facilité de l'exploitation, par la bonne qualité et par les grandes dimensions des blocs qu'on en extrait; on y trouve, en effet, des blocs pouvant servir à faire des colonnes qui ont 5, 6, 7 et même jusqu'à 10 mètres de longueur. Le piédestal de la statue du général Paoli, à Corte, qui provient de ces carrières, est un bloc unique cubant $5^{mc},50$.

—Signalons également un *cipolin* blanc, compacte, à grain fin, traversé par des veines régulières et parallèles de mica verdâtre. Le cipolin avait déjà été exploité à Corte, où on peut l'obtenir en blocs de 2 mètres de long sur $1^{m},5$ de large. On le trouve aussi à Erbalonga et au cap Corse.

—Plus récemment, M. Illiani a découvert à San Gavino, dans la commune du Riventose et sur la grande route de Corte à Ajaccio, un marbre qui est assez remarquable. Ce *marbre de San Gavino* est formé par un calcaire saccharoïde, blanc grisâtre, traversé par des veines noires ou violettes. Des grains de fer oligiste sont quelquefois disséminés dans ces veines, et il peut prendre aussi une couleur lilas qui lui donne quelque ressemblance avec la brèche de Stazzema (Toscane).

Tous les marbres desquels nous venons de parler s'exploitent facilement, et ils peuvent être livrés à Bastia au prix de 150 ou de 200 francs le mètre cube brut.

— Dès 1844, M. Illiani se mit en mesure d'exploiter les richesses minérales qu'il avait découvertes, et il construisit une usine sur la Rostonica.

Les machines sont mises en mouvement par une roue hydraulique de la force de 40 chevaux, et le sciage est fait par 8 châssis, dont chacun est garni de 30 lames. Bien

qu'elle ait une origine récente, cette usine a déjà exécuté les 32 colonnes de 5m,75 de hauteur qui décorent le nouveau palais de justice de Bastia; elle a exécuté également 12 colonnes pour une église de Livourne; ses produits peuvent donc se répandre dans la Toscane, qui est cependant l'un des pays les plus riches en marbres.

En résumé, on doit à M. Illiani la découverte de plusieurs gisements de marbre qui étaient inconnus en Corse et qui ne s'exploitent pas en France; on lui doit également la création d'une usine dans laquelle ces marbres sont travaillés. Le bleu turquin, le cipolin, le marbre de San Gavino, produisent un très-bel effet, et peuvent servir à la décoration des palais et des monuments.

M. E. Durieu (n° 7851). — De nouvelles carrières de marbre viennent encore de s'ouvrir en Corse, sous la direction de M. Durieu, et leur exploitation paraît susceptible de quelque développement.

— A Moltifao, près du confluent de l'Asco et du Golo, on peut suivre, sur une longueur de 2,000 mètres, et dans une colline ayant au plus 200 mètres de hauteur, une couche de calcaire ayant 300 mètres de largeur et appartenant au terrain secondaire métamorphique qui traverse la Corse du sud au nord. C'est aussi dans ce même terrain que se trouvent généralement, à proximité de pointements granitiques, les gisements de Serraggio, de Corte, de Popolasca, de Piedigriggio, de Costifao, de l'Algoni, de San-Colombano.

Le *marbre de Moltifao* a été nommé *marbre mosaïque.* Il présente une multitude de fragments d'une couleur très-variée, généralement assez sombre, passant du gris au bleu, au jaune, au rouge et au brun. Des veines de chaux carbonatée blanche réunissent et cimentent tous ses fragments. Il est compacte, et il a une grande cohésion; il prend bien le poli, mais d'une manière inégale; il est d'ailleurs légèrement argileux, en sorte qu'il s'altère assez rapidement par l'action de l'air.

Il résulte des observations de M. l'ingénieur Lesguiller et

de M. Seguin que le marbre mosaïque présente une épaisseur moyenne qui est au moins de 10 mètres. Il se divise naturellement en bancs de 1 à 2 mètres d'épaisseur, recoupés par des fentes assez irrégulières, mais peu nombreuses; aussi est-il possible d'avoir des blocs de 10 mètres de longueur. Des blocs très-compactes, ayant de grandes dimensions, avaient été envoyés à l'Exposition Universelle.

—Près du confluent de l'Asco et du Golo, on trouve un marbre bleuâtre, de qualité médiocre; il est adossé au granite qui forme la crête de la colline. Un chemin carrossable de 2 kilomètres relie dès à présent la carrière à la route impériale qui passe au bas de la vallée, et par suite il est facile de transporter ce marbre au port de l'Isle-Rousse, qui est très-vaste et praticable en toute saison. La distance à franchir est seulement de 17 kilomètres; la distance à Bastia n'est d'ailleurs que de 50 kilomètres.

—Moltifao est sur le revers occidental des collines qui séparent l'Asco et le Golo; mais sur le revers oriental, à *Popolasca*, se trouve une autre variété de *marbre*, ressemblant à celle qu'on désigne dans le commerce sous le nom de blanc ou de bleu fleuri, mélangé de nuances jaunes, roses, rouges, vertes et violettes. En ce moment, une route est construite par la compagnie avec le concours du département et des communes pour relier la carrière de Popolasca à l'Isle-Rousse.

—Les quantités de marbre qu'il serait possible d'exploiter à Moltifao et Popolasca sont, pour ainsi dire, indéfinies et plus que suffisantes pour tous les besoins. Dès à présent, on a fait des routes permettant d'enlever les blocs des carrières et l'on a construit des bâtiments d'exploitation; on a extrait plus de 100 mètres cubes de marbres. Des entrepôts de ces marbres ont été établis à l'Isle-Rousse, à Bastia, à Marseille, à Valenciennes, à Paris. Il serait d'ailleurs facile de créer une usine pour le travail de ces marbres, car des chutes existant le long de l'Asco donneraient en tout temps une force de plus de 150 chevaux.

Les *marbres de Moltifao et de Popolasca* se vendent actuel-

lement à Paris au prix de 800 francs le mètre cube et de 25 francs le mètre carré en tranches de 0m.022 d'épaisseur. L'exploitation se fait dans des conditions avantageuses, et lorsqu'elle sera entreprise sur une échelle plus grande, il est probable que le prix du mètre cube pourra être réduit à 600 francs.

On a commencé à employer ces marbres à Paris, dans les cafés et dans quelques maisons particulières. On s'en sert pour cheminées, ainsi que pour les porches et les soubassements. Ils décorent la façade principale du Palais de l'Industrie, et leur dessin, qui est assez grand, paraît bien convenir à l'ornementation extérieure. Parmi les produits exposés, il y avait aussi divers objets servant à la décoration intérieure, tels que des guéridons, des colonnes et des coupes.

Bien que les marbres de Moltifao et de Popolasca aient paru avoir généralement une teinte un peu sombre, ils sont très-compactes et ils prennent très-bien le poli. Leur découverte remonte seulement à l'année 1853, et cependant dès le mois de mars 1854 leur exploitation a été commencée sur une assez grande échelle; cette exploitation est d'ailleurs facile et à une petite distance d'un port d'embarquement; elle est utile à un pays sans industrie, dans lequel elle procure du travail à une population pauvre; aussi le Jury a-t-il pensé devoir récompenser par une médaille de 2e classe les efforts faits jusqu'à présent par M. Durieu.

M. Bertolucci (n° 4256). — Depuis 1841, MM. Bertolucci et Frangi ont établi à Bastia une usine dans laquelle ils travaillent le marbre. Ils occupent au plus 18 ouvriers en atelier et 6 ouvriers au dehors. Leur moteur est une chute d'eau de 3 chevaux, qui met en mouvement un tour et une machine à polir le marbre. Ils ont envoyé à l'Exposition Universelle une urne en diorite orbiculaire de Corse, ainsi qu'une colonne tronquée, formée par une *brèche brun marron* qui est nuancée de rouge et qui produit un très-bel effet. C'est encore à l'usine de MM. Bertolucci et Frangi que les colonnes de serpentine du Bivinco ont été travaillées.

M. Casanova. — M. Casanova, de Bastia, a exposé des échantillons de plusieurs marbres de Corse qui ont été découverts récemment. Parmi ces marbres, il y a des espèces de *portor*. Les carrières pourraient fournir des blocs de grandes dimensions; elles sont, du reste, à proximité du port de Saint-Florent, en sorte que le transport du marbre jusqu'à la mer serait très-peu coûteux.

M. Tomeï (n° 4346). — M. Tomeï a présenté, indépendamment de la serpentine du Bivinco, quelques échantillons de marbres de Corse nouvellement découverts.

— Nous citerons un *marbre blanc* du cap Corse. Il a une couleur blanche, mate, tirant sur le jaune près de ses fissures. Des lamelles de mica onctueux et verdâtre y sont disséminées. Il est grenu, compacte, très-résistant, à cassure esquilleuse et lustrée. Il passe au cipolin.

— Le *marbre d'Oletta* est généralement à fond rouge ou rouge marron. Il est traversé par des veines blanches de chaux carbonatée, qui prennent une belle couleur jaune quand la chaux carbonatée est ferrifère.

Il existe également à Oletta des marbres à fond jaune qui sont nuancés de rouge, de gris et de blanc.

Enfin, on y trouve aussi des marbres à fond noirâtre, traversé par de petites veines blanches ou brunes : tantôt le fond noirâtre est uni, tantôt il est glanduleux, à veines gris-brunâtre.

### 8. — Groupe de l'Algérie.

Le groupe de l'Algérie comprend des carrières de marbre qui ont été récemment découvertes et explorées. Toutefois, jusqu'à présent, aucune exploitation régulière n'y a été entreprise.

Il n'existe, non plus, aucune usine pour le travail du marbre.

Les carrières de l'Algérie portent cependant les traces d'exploitations importantes faites par les Romains, et plu-

sieurs des marbres qu'elles fournissent sont d'une beauté remarquable ; espérons donc que ces richesses minérales de notre belle colonie ne resteront pas plus longtemps stériles.

M. Delmonte (J.-B.) (n° 158). — Dans son exploration géologique de la province d'Oran, M. Ville, ingénieur des mines en Algérie, reconnut, à Aïn-Tembalek, à proximité de l'Ysser, l'existence de cinq gîtes d'un albâtre extrêmement remarquable [1]. Guidé par ses conseils, M. Delmonte, d'abord marbrier à Carrare, qui s'était établi comme colon à Oran, étudia à son tour cet albâtre, dont l'origine lui était inconnue, mais qu'il avait admiré dans d'anciens monuments.

L'albâtre de l'Ysser a des caractères minéralogiques et géologiques qui lui sont propres ; il diffère même de tous ceux qui sont connus jusqu'à présent ; il convient donc de le désigner par un nom spécial, et nous l'appellerons *albâtre algérien* du nom de la colonie dans laquelle on l'exploite. C'est d'abord un albâtre bien caractérisé, puisque c'est un calcaire fibreux, veiné, et même translucide. Il se distingue cependant de l'albâtre ordinaire par quelques propriétés spéciales.

Ainsi il a des veines presque rectilignes, parallèles entre elles et à la stratification, en sorte que sa structure est rubannée. Dans l'albâtre ordinaire qui se forme dans des grottes par infiltration d'eau chargée de carbonate de chaux, la structure est au contraire généralement concrétionnée ; les veines sont courbes et concentriques, en sorte qu'elles ressemblent assez à celles de l'onyx. Les anciens, dont les idées sur la composition des minéraux étaient très-confuses, les rapprochaient surtout d'après leurs caractères extérieurs ; aussi avaient-ils donné le nom d'*albâtre onyx*, à la variété d'albâtre qui possède une structure concrétionnée : mais l'*albâtre algérien* présente au contraire une struc-

[1] *Ville*, Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger. — *H. Comynet* et *Ch. d'Orbigny*, Rapports sur les carrières d'onyx calcaire translucide (albâtre antique), de la province d'Oran.

ture rubannée, et par conséquent ce nom ne saurait lui être appliqué. Il aurait d'ailleurs l'inconvénient de propager une idée tout à fait fausse sur la nature de ce marbre ; aussi nous a-t-il paru préférable de ne pas l'employer.

L'*albâtre algérien* est plus translucide que l'albâtre ordinaire ; certaines plaques sont même tout à fait transparentes. Il se dissout dans l'acide sans aucun résidu. Il est formé de carbonate de chaux contenant un peu de carbonate de fer, et des traces de carbonate de magnésie ; c'est donc un carbonate de chaux ferrifère.

On reconnaît facilement la présence du carbonate de fer en chauffant l'*albâtre algérien*, soit au chalumeau, soit dans un creuset ; car on le voit prendre une couleur brune ou brunâtre. Il n'éprouve d'ailleurs aucune décrépitation par la chaleur, et, par conséquent, ce n'est pas de l'arragonite, comme on l'avait d'abord supposé.

Nous avons constaté que l'albâtre ordinaire prend souvent par calcination une teinte brunâtre ; mais la proportion de carbonate de fer qu'il renferme est moindre que celle de l'*albâtre algérien*, dans lequel il y en a 1 à 2 pour 100. Comme le fer carbonaté fibreux (sphœrosidérite) possède une couleur verte, il est probable que c'est aussi du carbonate de fer qui donne à l'*albâtre algérien* sa couleur verdâtre.

Quelquefois cet *albâtre* a une teinte d'un vert-émeraude ou d'un vert-pomme bien prononcé.

D'autres échantillons ont tantôt une couleur rouge vif, tantôt une belle couleur jaune d'or, jaune aurore ou brun jaunâtre, qu'ils doivent soit à de l'oxyde, soit à de l'hydroxyde de fer.

Enfin dans certains cas, l'*albâtre algérien* est au contraire d'un blanc très-pur ou d'un blanc laiteux. Toutes ces nuances peuvent d'ailleurs se trouver réunies sur le même morceau, qui présente alors les accidents de couleur les plus variés et qui produit l'effet le plus agréable.

La densité moyenne de l'*albâtre algérien* est 2,728 ; elle

est considérable, ce qui tient à ce qu'il est compacte et très-cristallin.

Les fibres agglomérées qui le composent sont courbes et nacrées. Quand on l'examine à la loupe, surtout après calcination, on y distingue des lames spathiques entre-croisées. Il est sonore, et sa cohésion est très-grande. Lorsqu'il est poli, il a beaucoup d'éclat.

Comme il est fibreux, très-cristallin, et de plus extrêmement compacte, sa taille, son sciage et son polissage présentent plus de difficultés que pour le marbre ordinaire. Autant qu'on en peut juger jusqu'à présent, la dépense de sciage est à peu près de 15 francs par mètre carré; elle est donc supérieure d'un tiers à celle à laquelle donne lieu le marbre blanc d'Italie. Il résiste d'ailleurs très-bien à l'action de l'air, comme le montre un fût de colonne bien conservé, qui a été retrouvé dans les anciennes carrières.

L'*albâtre algérien* a un mode de gisement très-remarquable, car il forme des couches étendues qui sont régulières et horizontales. Il est postérieur au terrain tertiaire sur lequel il repose. Il est intercalé dans un dépôt d'eau douce ou travertin, qui se trouve en petits bassins dans la province d'Oran. Ce travertin n'est généralement qu'un tuf tendre et poreux; mais il prend aussi de la cohésion, de la compacité, et il peut même recevoir le poli; sur quelques points il devient accidentellement fibreux et translucide: il passe alors à l'*albâtre algérien*, qui n'est qu'un travertin dans lequel des circonstances particulières ont permis à la cristallisation de se développer. Dans les marnes supérieures au calcaire grossier, à Nanterre près Paris, on trouve de petites veines d'un calcaire fibreux, blanc ou légèrement verdâtre, qui, en miniature, pourrait s'être formé de la même manière. Les couches d'*albâtre algérien* de la province d'Oran ont, en effet, une épaisseur très-variable qui peut dépasser 1 mètre, mais qui se réduit aussi à quelques millimètres. Quoique ces couches alternent avec du travertin ordinaire, la somme de leur épaisseur en un même point

est quelquefois supérieure à 3 mètres. Il est donc possible d'obtenir l'*albâtre algérien* en blocs de grandes dimensions, et, par conséquent, son emploi dans les constructions doit être regardé comme assuré.

Les Romains, qui faisaient venir, de toutes les parties du monde connu, les matériaux les plus propres à la décoration de leurs monuments, ont exploité l'*albâtre algérien* sur une grande échelle. Près d'Aïn-Tembalek, à quatre kilomètres en amont du pont de l'Ysser, dans le ravin de l'Oued-Abdella, on reconnaît les traces de onze carrières anciennement exploitées. Des fragments de dalles, de colonnes, de chapiteaux, se trouvent encore sur leur emplacement, et une fort belle colonne provenant des ruines de Mansurac vient d'être transportée à Paris, au musée de l'Algérie. Les Turcs ont aussi exploité ces mêmes carrières, et les colonnes qui décorent maintenant l'une des mosquées de Tlemcen proviennent également des bords de l'Ysser. Les produits de ces carrières se sont surtout répandus à Rome, en Italie, et sur les côtes d'Afrique.

L'existence d'*albâtre algérien* exploitable a été constatée dès à présent sur une superficie de plus de quarante hectares, et l'on est assuré qu'il serait possible d'extraire facilement plus d'un million de mètres cubes sur les bords de l'Ysser. A l'aide de quelques travaux préparatoires, l'exploitation et le transport à la mer pourraient, de plus, se faire économiquement.

Si l'on observe que cet albâtre se laisse travailler en petits objets d'ornement, et que, par suite, les fragments et les déchets conservent de la valeur, on comprend qu'à prix égal il sera en réalité beaucoup moins cher que le marbre. Or, dès à présent, son prix est moindre que celui du marbre : des blocs très-remarquables étaient, en effet, cotés à l'Exposition à 800 francs le mètre cube, tandis que des marbres assez ordinaires sont vendus jusqu'à 1,500 francs, et que le beau marbre statuaire atteint 3,000 francs.

Comme nous le verrons plus loin, il existe plusieurs gi-

sements d'*albâtre algérien*. On le trouve non-seulement en Algérie, mais encore en Espagne, au Mexique et en Asie Mineure. Il n'est pas possible de distinguer par les caractères minéralogiques l'albâtre provenant de ces divers gisements; tout porte à croire cependant que ce sont surtout les carrières de l'Ysser qui ont fourni la plus grande partie de celui qui a été employé par les Romains.

Quant aux usages de l'*albâtre algérien*, ils paraissent devoir être extrêmement nombreux. Les anciens l'ont employé dans les constructions, et on le rencontre souvent dans leurs monuments à Venise, à Florence, et surtout à Rome.

Étant scié en plaques, il servira à revêtir les murs et les panneaux, à faire des dallages.

On peut affirmer aussi qu'il convient très-bien pour des cheminées, car plusieurs cheminées, exécutées pendant la durée même de l'Exposition, ont immédiatement trouvé des acheteurs.

Mais l'*albâtre algérien* paraît surtout devoir être recherché pour la décoration intérieure des appartements. Il produit, par exemple, un très-bel effet lorsqu'il est taillé ou tourné en petits meubles, tels que coupes, vases, pendules, boîtes, coffrets, mosaïques. Il se laisse de plus travailler en objets d'ornement et de toilette de très-petite dimension, tels que camées, cachets, boutons; les anciens eux-mêmes s'en servaient déjà pour ces usages, et l'on a trouvé des boutons dans les anciennes carrières.

Pour les petits objets il convient d'ailleurs de choisir les variétés qui sont bien translucides et à petites veines; tandis que les veines les plus larges et les mieux accusées conviendront, au contraire, aux colonnes et aux objets de grandes dimensions.

Sous la Renaissance on l'a employé dans la mosaïque et même dans la statuaire, car dans la salle de Jean de Douai, au musée du Louvre, la statue de Diane, n° 45, qui est en bronze, porte une tunique blanc verdâtre en *albâtre algérien*.

Ce fait semblerait même indiquer que cet albâtre était encore exploité à l'époque de la Renaissance.

Un grand avenir paraît donc réservé à l'*albâtre algérien*. Il est facilement exploitable, et il existe en quantités plus que suffisantes pour une consommation de plusieurs siècles. Ses usages deviendront sans doute extrêmement nombreux : c'est, en effet, un marbre, et il peut servir à tous les travaux de marbrerie; d'un autre côté, par un rare privilége qu'il doit à sa dureté, à sa cohésion et à sa translucidité, il se laisse employer à la fabrication de petits objets d'ornement, et même de bijoux.

Enfin, l'*albâtre algérien* est un albâtre antique ; il a donc encore pour lui la sanction du goût des Romains, si bons juges en pareille matière et si grands appréciateurs de la beauté des marbres; nous pourrions même ajouter que l'expérience faite à l'Exposition Universelle lui a été très-favorable, car il attirait, d'une manière toute spéciale, l'attention des nombreux visiteurs du palais de l'Industrie.

Aussi le Jury n'a-t-il pas hésité à voter une médaille de première classe à M. Delmonte, qui a prévu les nombreux usages et la valeur artistique de l'*albâtre algérien*, et qui a repris, le premier, l'exploitation des anciennes carrières des Romains.

M. Dolisie (P.) (n° 1037, Cat. de l'Algérie).—Depuis plusieurs années, M. H. Fournel a signalé l'existence de carrières de *marbre blanc* et même de *marbre statuaire*, qui ont été retrouvées dans les monts Filfila, à côté des ruines de Rusicada, dans l'arrondissement de Philippeville, en Algérie [1]. Ce marbre est saccharoïde, grenu, d'une belle couleur blanche ; il se rapproche beaucoup du marbre de Carrare ; lorsqu'il est poli, il devient un peu translucide.

Il est associé à du *marbre bleu turquin*, *bleu fleuri* et *noir veiné de blanc*, ainsi qu'à du marbre de couleur *jaune* et *rouge*. L'Exposition montrait notamment un échantillon

[1] *H. Fournel;* Richesse minérale de l'Algérie. — *Coquand;* Bulletin de la Société géologique. — *Prisse d'Avenne;* Marbres de France et d'Algérie.

blanc grisâtre finement veiné de noir, qui ressemblait au *bardiglio fiorito* de la Toscane.

Le *marbre de Filfila* a été exploité par les Romains sur la plus grande échelle. Il se trouve à 8 kilomètres seulement de la mer, et des travaux préparatoires destinés à remettre les carrières en état, à construire des routes, peut-être même un chemin de fer, permettraient de reprendre son exploitation avec avantage. On pense qu'il pourrait être livré à Marseille au prix très-réduit de 150 francs le mètre cube. En France, il ne serait d'ailleurs pas grevé par les droits d'importation qui pèsent sur le marbre de Carrare. Il est regrettable que des travaux sérieux n'aient pas été entrepris jusqu'à présent, et que le marbre de Filfila soit seulement représenté à l'Exposition Universelle par quelques échantillons minéralogiques. Si le Jury lui accorde une mention honorable, bien qu'aucun progrès n'ait été réalisé depuis sa découverte, c'est afin de signaler à l'attention publique l'avenir et l'importance de cette exploitation.

MM. Milhau, Laurès et Soalhat. — MM. Milhau, Laurès et Soalhat ont exposé le *marbre d'Ain-Ouïnkel*, commune d'Arzew, dans la province d'Oran.

Ce marbre a une couleur brun rouge assez vive. Il passe quelquefois à une teinte café au lait, et il peut aussi être traversé par des veines noires. Il est très-compacte et il prend bien le poli.

On n'a pas trouvé de traces d'anciennes carrières; jusqu'à présent, on s'est d'ailleurs borné à faire quelques travaux de recherche qui sont très-récents, puisqu'ils datent de l'année 1855. On pense qu'on pourrait extraire ce marbre en blocs de 3 mètres de longueur, et la carrière est heureusement située, car elle se trouve seulement à 400 mètres de distance de la mer.

M. Bourgoin. — M. Bourgoin a exposé des échantillons d'un très-beau *marbre jaune* qui provient des environs *de Philippeville* (province de Constantine). Ce marbre est très-compacte; lorsqu'il est poli, il prend une sorte d'éclat gras

et il devient très-brillant. Sa couleur est peu uniforme, comme cela a lieu généralement pour les marbres jaunes; elle passe au jaune rougeâtre et au jaune rosé, ce qui lui donne des tons très-chauds qui sont fort estimés par les artistes. Ces tons paraissent résulter d'un changement dans l'état d'oxydation du fer, car ils s'observent seulement dans certaines parties du marbre. Accidentellement, il est traversé par de petites veines noires, brun-rougeâtres ou brun-violacées, en sorte que le même échantillon présente souvent les couleurs les plus diverses.

Ce *marbre de Philippeville* est sans doute le *marbre de Numidie* si célèbre chez les Romains, dont les couleurs très-variables étaient cependant dominées par le jaune et par le rouge [1]. Toujours est-il qu'un marbre à peu près semblable se retrouve dans les fouilles de Rome. On pouvait même admirer dans les États Pontificaux une belle coupe en marbre jaune qui avait été taillée dans un bloc provenant des monuments de Rome. Cette coupe, exposée par M. Galland, avait $1^m,30$ de diamètre, et elle a été vendue à un prix très-élevé. Le *marbre jaune antique* qui la formait était jaune rosé; dans quelques parties il passait même au jaune rougeâtre ou brunâtre; il était, d'ailleurs, traversé par des veines brunes ou violacées. Il ne se distinguait guère du marbre de Philippeville que par une plus grande richesse de tons, pouvant tenir à ce qu'il avait été choisi d'une manière plus heureuse.

Il serait donc très-important de rechercher si le marbre jaune de Philippeville existe en gros blocs et s'il peut être exploité facilement; car c'est l'un des plus beaux marbres que l'on connaisse. Il y a même lieu de s'étonner qu'on n'ait pas encore commencé l'exploitation de ce marbre dont la découverte remonte déjà à plusieurs années.

*Marbre portor.*—La collection des marbres de la province de Constantine renfermait encore un beau *marbre portor* à

[1] *H. Fournel;* Richesse minérale de l'Algérie.

veines fines, ainsi que de la *brèche portor* (Catalogue de l'Algérie, nos 1044, 1045, 1046, 1047 et 1048).

*Marbre de Bone.* — Dans les premiers contre-forts de l'Edough, à 2 kilomètres de Bone, on trouve un marbre blanc grisâtre qui est quelquefois veiné de noir par une matière charbonneuse. Ce *marbre de Bone* est formé par un calcaire cristallin qui est en contact avec une roche amphibolique. Le calcaire est en couches redressées qui alternent avec du micaschiste; le plus souvent il est gris ou noirâtre, et sous le marteau il donne une odeur bitumineuse; une de ses couches est cependant de couleur blanche. Le calcaire gris, rubanné, qui pourrait être employé comme marbre, présente une couche inclinée ayant $0^m,70$ d'épaisseur. Il se trouve à proximité de la grande route et son exploitation serait très-facile. On estime que son prix, rendu à Marseille, serait seulement de 200 francs par mètre cube.

M. L'Ingénieur des Mines de Philippeville (n° 486). — L'Ingénieur des mines de l'arrondissement de Philippeville avait exposé un *marbre de Sidi-Yaya*, près de Bougie. Ce marbre est homogène, bien résistant, il prend un beau poli. Il a une couleur noire veinée de blanc, et par ses caractères minéralogiques, il ressemble à certains marbres noirs de la Belgique.

*Marbre du cap Matifoux.* — Au cap Matifoux, à 15 kilomètres d'Alger, il existe un marbre qui a été exploité anciennement et dont l'extraction doit être reprise par M. Maranghi; c'est un calcaire saccharoïde à fond gris jaunâtre ou bleuâtre qui est quelquefois bréchiforme[1]. La proximité de la côte permettrait de l'exploiter très-facilement, mais sa couleur peu agréable en restreindra nécessairement l'emploi aux constructions vulgaires.

### 9. — Groupe de Paris.

Le groupe de Paris comprend encore quelques carrières de marbres, comme celles de Château-Landon; mais elles

[1] *Ville;* Notice minéralogique sur la province d'Alger.

donnent des marbres qui ont des couleurs sombres et qui sont très-peu répandus. Ce groupe renferme surtout un grand nombre d'*usines* dans lesquelles s'élaborent les marbres, les serpentines et toutes les pierres dures qui servent à la consommation de Paris. Les marbres qu'on y travaille proviennent de l'Italie, de la Belgique et de toutes les parties de la France.

Plusieurs des marbriers, desquels nous avons parlé antérieurement ont, d'ailleurs, des usines à Paris : nous citerons notamment MM. Dervillé, Deconchy, Michel et Cantini.

Séguin (n° 10162). — M. Séguin dirige à Paris deux ateliers de marbrerie qui sont importants.

Le premier de ces ateliers, situé rue d'Assas, occupe 47 ouvriers marbriers, sculpteurs, polisseurs, manœuvres. Les machines employées sont : une machine à raboter le marbre, une machine pour faire la sculpture.

Le deuxième atelier, qui se termine seulement en ce moment, est situé rue de Rennes; il occupe 20 ouvriers le jour et 9 la nuit. Le moteur est une machine à vapeur d'une force de 12 chevaux; il donne le mouvement à 8 châssis de 250 lames, à 8 scies dites découpeuses, à 2 machines à raboter le marbre, à 1 machine à polir les pierres dures.

18 ouvriers marbriers et polisseurs travaillent, en outre, au dehors.

— Les ateliers de marbrerie de M. Séguin sont, avec ceux de M. Geruzet, les plus importants que nous ayons en France. On y travaille non-seulement le marbre proprement dit, mais aussi les granites et les pierres dures. En ce moment, par exemple, M. Séguin fait scier 900 mètres carrés du granite d'Algaïola (Corse), qui, débité en tranches, doit servir à daller les vestibules et les portiques du nouveau Louvre.

C'est également dans ses usines que l'on a exécuté le sciage et tout le travail des pierres dures employées dans le monument de l'empereur Napoléon Ier aux Invalides : ces pierres dures sont le porphyre vert de Ternuay (Vosges), et le grès rouge de Finlande. Une machine à vapeur, montée aux

Invalides, a permis de faire le sciage plus économiquement.

On peut admettre que pour le mètre carré du porphyre de Ternuay la dépense est, à Paris, de 70 francs pour le sciage, et de 120 francs pour le polissage; soit 190 francs.

Pour le grès de Finlande, elle est encore beaucoup plus considérable; elle revient, en effet, à 160 fr. pour le sciage, et à peu près à 200 fr. pour le polissage; soit 360 fr.

Dans les usines de Servance et d'Épinal, les porphyres et les roches granitiques des Vosges sont d'ailleurs travaillés beaucoup plus économiquement qu'il n'est possible de le faire à Paris, où la main-d'œuvre, pour les ouvriers marbriers, est comprise entre 3 fr. 25 c. et 6 francs.

— M. Séguin emploie encore les serpentines des Alpes françaises et surtout celles de l'Italie. Le prix de la serpentine en tranches peut s'élever jusqu'à 60 francs par mètre carré poli. On admet que la dépense de sciage dépasse d'un tiers celle à laquelle donne lieu le marbre blanc de Carrare.

— Parmi les calcaires, il travaille surtout les marbres blanc, blanc veiné, bleu turquin et bleu fleuri, qui proviennent d'Italie. Leur prix varie de 38 à 43 francs le mètre carré poli. Enfin il travaille aussi quelques marbres remarquables de France, mais spécialement ceux de Caunes, du Jura, des Pyrénées, du nord de la France et de la Belgique. Le prix du mètre carré varie, pour les marbres de France, de 40 à 60 francs; pour les marbres de Belgique, de 28 à 45 francs; ce dernier prix est atteint, par exemple, par le marbre de Dinan, lorsqu'il a une belle couleur noire bien uniforme.

La proportion de marbres d'Italie qui est consommée est très-considérable, car elle est à peu près les 2/3 de la quantité totale livrée à la vente. Pour d'autres usines de Paris, dans lesquelles on élabore les marbres, la proportion est encore plus grande.

Les principaux exploitants desquels M. Séguin reçoit ses marbres, sont MM. Henraux, Dervillé, Deconchy, Cantini et M. le sénateur Sapey.

A l'Exposition de 1844, M. Séguin a reçu une médaille

d'argent, et à l'Exposition de 1849, une médaille d'or. Il a introduit successivement dans son usine tous les progrès réalisés dans son art; en sorte qu'elle est à la tête des usines de ce genre qui existent à Paris; le travail mécanique du marbre, la sculpture et la gravure y sont exécutés avec une grande perfection; en conséquence, le Jury lui a décerné une médaille de 1re classe.

MM. Michel et Cantini (n° 4303).—MM. Michel et Cantini exploitent, comme nous l'avons vu, la serpentine de Maurins. Ils travaillent aussi différents marbres des Alpes et surtout les marbres d'Italie, qu'ils importent sur une assez grande échelle; ces marbres d'Italie sont ceux qu'on consomme le plus habituellement en France, c'est-à-dire le blanc, le blanc veiné, le bleu turquin, le bardiglio et le portor. Ils dirigent deux usines, l'une à Paris, l'autre à Marseille. Chacune de ces usines a un moteur de 25 à 30 chevaux. Les machines mises en mouvement par ces moteurs permettent de scier le marbre et de le travailler sous toutes les formes.

M. Lebrun (n° 4396). — M. Lebrun possède à Paris un grand atelier pour le travail et pour la sculpture des marbres. Il n'exploite lui-même aucune carrière, mais il achète les marbres qu'il emploie à MM. Dervillé et Deconchy. Il occupe 45 ouvriers, qui sculptent le marbre à la main, sans le secours des machines. Il fabrique surtout des cheminées, et il en avait envoyé plusieurs à l'Exposition, qui étaient fort belles. C'est dans ses ateliers notamment que l'on a travaillé les cheminées d'albâtre algérien. La valeur des produits qu'il fabrique est à peu près de 120,000 f., dont un tiers environ est exporté en Angleterre et en Amérique. M. Lebrun a obtenu une médaille d'argent à l'Exposition française de 1849 et une médaille de prix à l'Exposition de Londres. A cause du petit nombre de récompenses accordé aux marbres à l'Exposition Universelle de 1855, le Jury a dû se borner à lui donner une mention honorable.

M. Millardet (n° 4319).—M. Millardet dirige deux usines dans lesquelles on travaille le marbre. L'une est à Paris, l'autre à Valenciennes. Chacune d'elles occupe 40 ouvriers et met en mouvement 150 lames. A Valenciennes, le mouvement est donné par une machine à vapeur de 15 chevaux.

M. Marga (n° 42).—M. Marga n'exploite pas de carrières de marbre; il dirige, à Paris, un atelier de marbrerie qui occupe une quarantaine d'ouvriers. Il emploie, d'ailleurs, un nombre égal d'ouvriers qui travaillent au dehors.

Une machine à vapeur, de la force de 4 chevaux, met en mouvement des machines à raboter, à tourner, à évider et à percer le marbre.

Il façonne des marbres sculptés, spécialement destinés à la consommation de Paris.

Les marbres qu'il travaille proviennent surtout de l'Italie, et aussi du Jura, des Pyrénées, des Alpes.

M. F. Grandpierre (n° 7854).—M. Grandpierre, à Paris, travaille, d'une manière remarquable, les marbres qu'il façonne en pendules, coupes et garnitures de cheminée. Il fait des incrustations et des mosaïques; il imite également les mosaïques en relief de Florence. Les marbres et les matières qu'il emploie sont d'ailleurs très-variées; il taille même quelques pierres dures. Ses modèles sont légers, gracieux et très-élégants.

## TOSCANE.

Institut technique de Florence (n° 2). — Le directeur de l'Institut technique de Florence, M. le chevalier Corridi, a présenté une collection remarquable des *marbres des Alpes Apuennes*.

Tout le monde sait que les Alpes Apuennes renferment les gisements de marbres les plus riches que l'on connaisse; c'est en effet de leurs flancs qu'on extrait le marbre statuaire de Carrare qui est employé presque exclusivement dans le monde entier. Les couches de Carrare se prolongent d'ailleurs jusque dans la Toscane et près de Serravezza

elles forment l'Altissimo, qui est une énorme montagne de marbre statuaire.

Une étude du marbre statuaire ne peut donc pas séparer le duché de Modène de la Toscane; il importe, au contraire, d'étudier simultanément toute la chaîne des Alpes Apuennes.

*Marbre statuaire.* — Considéré géologiquement, le *marbre statuaire* est supérieur au verrucano, et il paraît résulter du métamorphisme du lias inférieur. Il forme une grande bande continue qui s'allonge du nord-ouest au sud-est, dans la direction des Alpes Apuennes. En suivant cette bande, on rencontre successivement les localités les plus célèbres par le marbre statuaire qu'elles fournissent. Dans les environs de Carrare, ces localités sont : Crestola, Miseglia, Torano, Poggio Silvestro, Betogli, Cageggi et Ravaccione. Le marbre statuaire des environs de Massa est moins connu : mais plus au sud-est, on trouve, dans la Toscane et aux environs de Serravezza, le monte Altissimo, le monte Corchia, Trambissera, la Costa, Solaio, Ceragiola, Stazzema; puis, sur une ligne plus au nord, Pizzo del Sagro, monte Grondicci, monte Rotondo. Ces marbres de la Toscane ne sont pas inférieurs à ceux de Carrare ; ajoutons même qu'il existe dans la Toscane un marbre statuaire supérieur aux plus beaux marbres du duché de Modène.

Le marbre statuaire pourrait s'exploiter sur toute l'étendue du calcaire saccharoïde dans la chaîne des Alpes Apuennes; mais on comprend cependant que les carrières de marbre statuaire, de même que celles de tous les marbres, ne peuvent être ouvertes qu'autant qu'elles sont à proximité de voies de communication suffisamment faciles. Les carrières de marbre statuaire de la chaîne des Alpes Apuennes sont groupées sur le versant méridional de cette chaîne, et nous venons d'indiquer celles qui sont les plus connues.

Le marbre statuaire donne lieu à un commerce très-important, et l'on a été conduit à le distinguer en plusieurs qualités. Ces qualités sont rapportées à des types fournis

par des carrières célèbres; elles sont basées sur des différences minéralogiques extrêmement légères qui échappent au premier abord, même à une œil exercé; toutefois, elles sont bien appréciées par les sculpteurs, et elles exercent une grande influence sur le prix du marbre.

Voici, d'après M. H. Cocchi, quel serait l'ordre de classement adopté par le commerce pour les marbres statuaires de l'Italie.

A Carrare, aussi bien qu'à Serravezza, on distingue trois qualités principales de marbre, et chacune d'elles comprend elle-même des variétés.

MARBRES STATUAIRES

| DE SERRAVEZZA. | DE CARRARE. |
|---|---|
| I^re^. Falcovaia. | Crestola. |
| II^e^ La Polla. | Betogli. |
| III^e^ Ravaccione de l'Altissimo. | Ravaccione de Carrare. |

I.—Le marbre du mont Altissimo est celui qu'on regarde comme étant de qualité tout à fait supérieure. La carrière la plus célèbre et donnant un marbre qu'on peut citer comme type, est celle de Falcovaia. Après, et encore au premier rang, viendrait le marbre du monte Corchia, qui est jusqu'à présent peu exploité et par suite peu connu dans le commerce. Ces marbres de 1^re^ qualité ont une teinte blanc jaunâtre, uniforme, qui les fait rechercher particulièrement. Ils sont compactes, homogènes, à grain fin; ils prennent par le poli un éclat gras ou cireux, et ils sont légèrement translucides. Leur prix, sur les lieux, varie par mètre cube de 1,200 francs au double de cette somme. Lorsque les blocs ont des dimensions un peu grandes, il n'y a pour ainsi dire plus de règles pour le prix.

La première qualité de Carrare est à peine inférieure à celle de Serravezza. On la trouve à Crestola, Poggio Silvestro, Torano, Miseglia, etc. Son prix est également de 1,200 francs. Elle forme une variété qui paraît manquer à Serravezza.

II. — Le marbre statuaire de deuxième qualité n'a plus, comme les deux précédents, une teinte blanc-jaunâtre translucide : sa couleur est blanche, mais peu uniforme. Il s'exploite, par exemple, à Betogli, près Carrare. Le marbre de Betogli est lamelleux et peu compacte; il présente souvent des taches, ainsi que des paillettes de mica et il ne résiste pas très-bien à l'action de l'air.

La deuxième qualité s'exploite aussi à la Polla, dans l'Altissimo. C'est un marbre à grain très-fin; il a beaucoup de cohésion et il résiste très-bien à l'action de l'air. Le prix du marbre de deuxième qualité s'abaisse jusqu'à 300 fr., mais il peut aussi s'élever au double de cette somme.

III. — Le marbre de troisième qualité est le marbre statuaire le plus ordinaire; on le nomme *ravaccione*, du nom de la carrière dans laquelle on l'extrait aux environs de Carrare. Cette carrière a été exploitée pendant quelque temps pour le compte du Gouvernement français, qui ne recevait, par conséquent, que du marbre statuaire de troisième qualité. Plusieurs chefs-d'œuvre de nos sculpteurs perdent même une grande partie de leur valeur artistique, parce qu'ils ont été exécutés avec des marbres tout à fait inférieurs. Il serait donc bien désirable que le Gouvernement, qui paye ces marbres à un taux extrêmement élevé, prît des mesures pour prévenir de semblables abus, et pour n'admettre dans nos monuments que des marbres statuaires de bonne qualité.

Le *ravaccione* est blanc, opaque, avec quelques taches ou veines grisâtres. Il a de la cohésion; il résiste très-bien à l'air, qui lui donne même une teinte plus blanche. Il est à la limite du marbre statuaire, et en Italie on l'emploie le plus souvent dans l'architecture. A Serravezza, son prix s'élève encore jusqu'à 300 francs; c'est ce qui a lieu, par exemple, dans les carrières de la Polla; mais à Carrare il descend à 200 francs. Ce marbre est surtout très-déprécié lorsqu'il renferme des cavités tapissées par ces cristaux limpides de quartz hyalin qui sont bien connus de tous les minéralogistes.

Les statues qui décorent le palais Degli Uffizi, à Florence, sont en *ravaccione* de Serravezza. C'est aussi en *ravaccione* que sont les statues de nos principaux monuments, notamment celles de la cour d'honneur au palais de Versailles, la statue équestre de Louis XIII à la place Royale, ainsi que les colonnes intérieures du Conseil d'État et du Corps Législatif [1].

— Plusieurs variétés de marbre statuaire se trouvent généralement réunies dans une même carrière; ainsi la première qualité de marbre statuaire forme accidentellement des lentilles dans le *ravaccione :* on a reconnu, par exemple, que lorsqu'on atteint dans le *ravaccione* une veine assez épaisse de *madremacchia* ou de calcaire saccharoïde pénétré par du mica, on rencontre le plus souvent au-dessous du marbre statuaire de première qualité; aussi la *madremacchia* est-elle regardée, par les ouvriers, comme un indice favorable pour l'exploitation.

L'exploitation du marbre statuaire en Italie remonte aux derniers temps de la République romaine; elle avait d'abord lieu dans les environs de la petite ville de Luni, qui est actuellement détruite et dont les ruines ont été retrouvées près de Carrare. Quant à l'exploitation de l'Altissimo, elle date seulement de 1517 et elle fut commencée par Michel Ange, d'après les ordres du pape Léon X. Les carrières de Ceragiola et de la Capella datent aussi de la même époque. Toute ces exploitations étaient très-actives sous Come I^er^; mais elles furent interrompues à la fin du siècle, et c'est seulement vers 1820 qu'elles ont été reprises. Maintenant elles occupent plusieurs centaines d'ouvriers. On peut estimer que le Monte Altissimo produit annuellement 2,500 mètres cubes de marbre statuaire; le Monte Corchia en produit 1,500; ce qui donne en tout, pour la Toscane, environ 4,000 mètres cubes.

Les marbres statuaires de Carrare et de Serravezza sont à une petite distance de la mer, en sorte qu'ils peuvent être

[1] *S. Henraux :* Notice sur les marbres.

transportés à peu de frais sur tous les points du globe. On ne doit donc pas s'étonner que, malgré les droits considérables qui protégent, en France, le marbre indigène, ils soient exclusivement employés.

*Marbre blanc.* — Le *marbre blanc* est celui qui est trop inférieur pour être employé dans la statuaire ; il est le plus souvent *veiné*. Il s'exploite au Monte Corchia, ainsi que dans plusieurs localités des environs de Carrare, notamment à Solia, Ceragiola, Costa, la Capella, Trambissera. Sa production annuelle s'élève à 17,000 mètres cubes. On se sert surtout du marbre blanc ordinaire pour faire des dallés, et cette industrie est très-importante, car elle entretient dans un état constant d'activité un grand nombre de scieries qui se trouvent dans les environs de Serravezza.

Il existe encore du marbre blanc en Toscane, dans le Campiglièse, mais il est généralement à grain grossier et à teinte grisâtre : cependant à Monte Bamboli, près de Campiglia, on a trouvé du marbre statuaire dont l'exploitation a été commencée récemment ; ce marbre est quelquefois lamelleux et translucide, en sorte qu'il se rapproche du Paros.

Les montagnes des environs de Pise ont la même constitution géologique que les Alpes Apuennes, et l'on y trouve aussi du marbre blanc, saccharoïde. Le meilleur est celui de San-Giuliano, qui a toutefois peu de cohésion et qui s'altère très-facilement à l'air ; on l'a cependant employé dans le pays, notamment dans quelques monuments de Pise.

— Tous ces marbres blancs résultent d'un métamorphisme du terrain jurassique inférieur. Dans le Campiglièse, ils sont quelquefois traversés par de petits filons d'amphibole ou par des veines métalliques. De même que la plupart des calcaires saccharoïdes, ils contiennent d'ailleurs du graphite.

*Bleu turquin.* — Le *bleu turquin* est un calcaire saccharoïde mélangé de matières charbonneuses, qui lui donnent une couleur grise ou bleue ; c'est le *bardiglio scuro* des marbriers italiens.

En Toscane, il appartient au calcaire noir qui représente

le trias et il repose immédiatement sur le verrucano. On l'exploite seulement dans quelques localités voisines de Serravezza. Le plus beau provient des carrières de la Capella. Son prix est de 200 francs le mètre cube, et sa production annuelle est à peu près de 1,000 mètres cubes.

*Bardiglio.* — Le *bardiglio* est un marbre gris ou bleuâtre qui diffère seulement du bleu turquin en ce qu'il est traversé par des veines noires. Il a d'ailleurs le même gisement et il appartient comme lui au trias. Il est d'autant plus estimé que son fond est plus clair et que ses veines sont plus fines. Quand ses veines, au lieu d'être simplement sinueuses, ressemblent à des espèces de fleurs, on le nomme *bardiglio fiorito* (marbre barbouillé et fleuri). Le *bardiglio fiorito* s'exploite à Montalto, dans la montagne de Retignano, près Stazzema. C'est un marbre qui est extrêmement recherché, surtout en France. Comme le bleu turquin, on l'exploite très-activement, et il peut être obtenu en blocs de très-grandes dimensions. Son prix, supérieur à celui du *ravaccione*, s'élève à 300 francs; il égale même celui du plus beau marbre statuaire de deuxième qualité. La production annuelle du bardiglio est environ de 4,000 mètres cubes.

Depuis quelque temps on emploie dans la marbrerie le calcaire noir et triasique des montagnes de Pise et surtout celui des Bagni alla Duchessa. C'est une variété des marbres précédents.

*Brèche africaine ou de Stazzema.* — La *brèche de Strazzema*, près de Serravezza, est un calcaire saccharoïde généralement blanc, qui est traversé par des veines violettes. Quelquefois aussi elle est d'une couleur rose, lilas, fleur de pêcher, jaune ou rouge. C'est une roche métamorphique, qui appartient au lias inférieur. Elle est très-propre à la décoration des monuments, surtout lorsque ses fragments de calcaire ont une belle couleur blanche.

La brèche de Stazzema a été exploitée par les Romains, et nous la retrouvons souvent au Louvre, dans le musée des antiques. Elle a été employée au château de Versailles, et on

en voit de belles tables dans les grands appartements. Les colonnes du bosquet de la colonnade sont même faites d'une brèche blanche à veines violettes, qui lui ressemble beaucoup; toutefois, ces colonnes ont très-mal résisté à l'action de l'air, et la partie blanche formée par le calcaire saccharoïde s'égrène très-facilement.

La brèche de Stazzema n'est pas exploitée régulièrement. Les deux carrières qui fournissent les plus belles variétés sont souterraines; elles portent le nom de *cava del Rondone* et de *cava dell' Africano*. C'est pour ce motif, sans doute, qu'on l'appelle dans la marbrerie *brèche africaine*, bien qu'elle ne provienne aucunement de l'Afrique.

On nomme *mischio* une variété violette ou rouge violacé de la brèche de Strazzema, qui est presque entièrement pénétrée par des veines de fer oligiste. La chaux carbonatée qui est saccharoïde, s'y trouve en fragments qui ont le plus souvent une couleur violette. Le mischio s'exploite dans les carrières dell' Africano et del Rondone. Il est très-recherché, et il se vend au prix de 1,200 francs le mètre cube, c'est-à-dire aussi cher que le marbre statuaire de première qualité. Il est assez dur et difficile à travailler, mais il résiste très-bien à l'action de l'air; ainsi, c'est en *mischio* que sont quelques-uns des chevaux de grandeur colossale qui décorent la grande fontaine de Neptune, sur la place Vecchia à Florence.

— La ville de Sienne fournit des marbres qui sont très-renommés, et nous allons décrire sommairement ces marbres, qui appartiennent tous au calcaire rouge ammonitifère.

*Jaune de Sienne.* — Le *jaune de Sienne* a une belle couleur jaune, tantôt pâle, tantôt foncée. Il est d'autant plus estimé que sa couleur jaune est plus uniforme.

Le *jaune de Sienne veiné* est traversé par des veines de couleurs foncées, le plus généralement violettes.

Lorsque ces veines deviennent extrêmement nombreuses et s'entrelacent dans tous les sens, on a la *brocatelle de Sienne* (*Brocatello*).

Le plus beau jaune de Sienne s'exploite à Monte Arenti,

dans la Montagnola de Senese; il se vend à peu près 1,000 francs le mètre cube. Il est très-rare de l'obtenir en gros blocs, et on s'en sert surtout pour des pendules, des mosaïques, ou pour de petits objets d'ornement. La brocatelle et le jaune veiné de Sienne s'exploitent aussi à la Montagnola Senese. Leur prix est environ de 700 francs.

— Aux environs de Pise, il y a également des *marbres jaunes* généralement bréchiformes. Ils appartiennent aux mêmes couches que ceux de Sienne, mais leur couleur est moins belle, et leur exploitation moins régulière.

Enfin, il y a encore des *marbres jaunes* appartenant aux mêmes couches, à Miseglia, près de Carrare, et dans les envions de Serravezza.

*Rouge de Sienne.*— Le *marbre rouge de Sienne* diffère très-peu du rouge antique exploité en Grèce. C'est un calcaire glanduleux d'un rouge vif, qui appartient au calcaire rouge ammonitifère.

Des *marbres rouges*, provenant du calcaire rouge ammonitifère, se trouvent également à Castagneto et à Caldana dans la Campiglièse; mais ils ont une couleur rouge marron ou rouge brun, et ils prennent assez mal le poli.

*Portor.* — Le *portor* est un marbre de couleur noire ou grise, qui est traversé par des veines jaunes, rouges ou brunes, formées par un carbonate ferrifère. Le *portor* le plus beau, celui qu'on peut considérer comme type, s'exploite dans l'île Palmaria, et surtout à Porto Venere, dans le golfe de la Spezzia (États Sardes). Cependant, il y a aussi du *portor* à Carrare et à Serravezza; mais il est difficile d'en avoir de beaux blocs, et il n'est pas exploité régulièrement. D'après M. le professeur Savi, le *portor* d'Italie est une variété du calcaire noir à silex, qui représente le terrain néocomien dans les Alpes Apuennes, et qui forme une grande partie de leurs plus hautes cimes.

*Marbre ruiniforme.* — Une variété d'*albérèse* formée par un calcaire marneux et compacte, doit encore être mentionnée parmi les marbres remarquables de la Toscane :

c'est la *pietra paesina*. Cette roche a subi un grand nombre de retraits qui se sont produits dans divers sens; les fissures auxquelles ils ont donné lieu, ont été remplies postérieurement par un ciment ferrugineux et calcaire, en sorte qu'il en résulte des dessins assez bizarres, qui ont le plus souvent l'apparence de ruines; aussi cette roche a-t-elle reçu le nom de *marbre ruiniforme*.

L'albérèse ruiniforme se trouve dans les environs de Florence, au pont de Rignano (Val de Sieve).

Dans les alluvions anciennes du lit de l'Arno, il y a un *albérèse zonaire*, à couches brunes concentriques, et aussi une variété d'*albérèse fleurie* (*Alberese fiorito*).

L'albérèse inférieur est traversé par des veines de chaux carbonatée spathique.

Toutes ces variétés d'albérèse sont des calcaires gris, jaunes ou brunâtres, très-compactes, quelquefois même aussi compactes que la pierre lithographique; mais comme ils sont marneux, ils prennent assez mal le poli.

*Albâtre*. — L'albâtre calcaire existe sur plusieurs points de la Toscane, notamment à Serravezza, à Vignone, à San-Filippo (Val d'Ombrone Senese), à Grosseto, à Castelnuovo dell' Abate.

M. Borrini (n° 14).—M. Borrini, directeur d'une société pour l'exploitation des marbres, a découvert récemment un gisement de *marbre blanc* au Giardino, à l'est du Monte Altissimo, près de Serravezza. On trouve dans ce gisement des calcaires saccharoïdes blancs et veinés, et il y a surtout une très-belle variété de *marbre statuaire*.

Le marbre statuaire du Giardino a, en effet, cette couleur blanche translucide, très-légèrement jaunâtre, que les artistes recherchent spécialement et qu'ils préfèrent beaucoup au blanc mat; il est compacte, sonore, à grain très-fin; c'est un marbre de première qualité qui n'est pas inférieur au plus beau marbre de Falcovaia. Quelques sculptures envoyées à l'Exposition montraient qu'il produit un très-bel effet. Il se laisse surtout découper en ornements

très-délicats, et une feuille qui était représentée avec ce marbre se rapprochait, autant que possible, de la nature. Déjà plusieurs sculpteurs de Florence, parmi lesquels on cite MM. Cambi, Giovanozzi, Batistini, Maioli, ont employé le marbre statuaire du Giardino, et ils l'ont trouvé d'une qualité excellente; il paraît surtout très-propre aux détails qui exigent de la finesse.

Les couches exploitées au Giardino sont d'ailleurs dans le massif de l'Altissimo.

Les recherches faites jusqu'à présent ont donné des blocs d'assez belles dimensions, et, d'un autre côté, la carrière est à une petite distance de la mer, ce qui lui permettrait d'exporter facilement ses produits au loin.

Le marbre statuaire n'est exploité que dans un petit nombre de localités, et cependant son emploi se répand de plus en plus : aussi, en France, en Prusse et dans le reste de l'Europe, les gouvernements ou les sociétés savantes ont-elles proposé des prix dans le but d'encourager la recherche de nouveaux gisements de marbre statuaire, et pour diminuer, sinon pour détruire le monopole qui s'est créé au profit de Carrare. La découverte d'un gisement de marbre statuaire dans la montagne du Giardino vient donc satisfaire un intérêt réel et général; elle peut dans l'avenir créer en Toscane une concurrence nouvelle au marbre de Carrare; car le marbre du Giardino est de bonne qualité, et il se trouve dans des conditions d'exploitation avantageuses. D'après ces considérations, le Jury a pensé devoir proposer une médaille de deuxième classe pour la société du Giardino, représentée par M. Borrini, son directeur.

M. J. Montorselli (n° 156). — M. Montorselli, marbrier à Sienne, avait exposé une cheminée en *marbre jaune de Sienne*. Le marbre qui forme cette cheminée présente un fond jaune, tirant quelquefois sur le rouge; il est traversé par de nombreuses veines brunes ou violacées, et on y remarque aussi des veines grises. Sa couleur est loin d'être aussi uniforme et aussi pure que celle du *jaune de Sienne*,

qui a été exploité par les anciens et que nous retrouvons si souvent dans nos musées; mais quoi qu'il en soit, le marbre exposé par M. Montorselli est encore assez remarquable.

M. le comte U. Della Gherardesca (n° 153).—M. le comte U. Della Gherardesca avait envoyé une table de *marbre brun rougeâtre*, qui provenait du calcaire rouge ammonitifère. Elle a été extraite des carrières des comtes de Castagneto.

M. le marquis F. Pantiatichi d'Aragon (n° 157). — M. le marquis F. Pantiatichi d'Aragon avait présenté une table en *lumachelle* d'une couleur grisâtre. Cette lumachelle s'altère très-facilement, et alors elle devient brun jaunâtre. Elle appartient à une variété compacte de la Panchina du terrain miocène, qui se trouve à une petite distance d'un porphyre quartzifère.

Les deux marbres desquels nous venons de parler en dernier lieu ont des couleurs peu agréables, et il n'est pas vraisemblable que leur exploitation commencée depuis peu de temps fasse une concurrence redoutable aux marbres si remarquables qu'on extrait depuis longtemps dans la Toscane.

### ÉTATS SARDES.

Les États Sardes sont très-riches en marbres, de même que tous les États du nord de l'Italie, et la ville de Gênes surtout est célèbre par la profusion des marbres employés dans ses constructions. Comme dans la Toscane et comme dans le duché de Modène, on trouve dans les États Sardes du marbre blanc et même du marbre statuaire; mais des difficultés de transport et une situation moins heureuse des carrières empêchent leur exploitation de prendre du développement. Certains marbres très-remarquables, tels que le portor et l'albâtre de Busca, sont d'ailleurs tout à fait spéciaux aux États Sardes.

Voici quel est le prix moyen du mètre cube des marbres

indigènes et étrangers qui sont le plus employés à Turin, soit pour l'ameublement, soit pour les constructions :

| | |
|---|---|
| *Marbre gris* de Fabrosa. . . . . | 225 fr. |
| — *bardiglio* de Valdini. . . . . | 275 |
| *Albâtre* de Busca. . . . . | 325 |
| *Marbre blanc* veiné de Carrare. . . . . | 325 |
| — *portor*. . . . . | 400 |
| — *jaune* de Vérone. . . . . | 425 |
| — *blanc statuaire*. . . . . | 600 |

On voit que ces prix sont bien inférieurs à ceux auxquels les mêmes marbres se vendent à Paris.

Nous allons énumérer rapidement les principaux marbres des États Sardes, en jetant un coup d'œil sur la belle collection de l'Institut technique de Turin.

Institut technique de Turin (n° 61). — La collection de l'Institut technique de Turin réunit tous les matériaux de construction des États Sardes; mais nous nous bornerons ici à décrire les marbres.

*Marbres blancs.* — Le *marbre blanc* et même le *marbre statuaire* se rencontrent sur un grand nombre de points du Piémont.

Le marbre qui est le plus propre à faire des statues et des groupes s'exploite à la carrière royale, au pont d'Ivrée. Il existe aussi un marbre statuaire qui pourrait s'extraire en blocs ayant 10 mètres de longueur, à Crevola, dans l'arrondissement d'Ossola; mais il contient un peu de mica.

On trouve du *marbre blanc* dans plusieurs localités de l'arrondissement de Pignerol, notamment à Roccabianca, commune de Jaetto; à Ghizo, commune de Prales; à Saint-Martin, commune de Perosa; à la Combe-du-Marbre, commune de Prales; à Rocca-Sansone, commune de Salza. Le *marbre blanc* de la carrière du Perero à Pignerol est surtout très-beau et très-pur. A Venasca, arrondissement de Saluces, on a un *marbre blanc* qui est pellucide. Enfin, il existe encore du *marbre blanc* dans les arrondissements

du val Sesia, de Pallance, de Novare, de Suse, de Coni, de Mondovi.

Ces marbres blancs appartiennent aux roches métamorphiques. De même que ceux des Alpes Apuennes, ils passent souvent à des calcaires saccharoïdes contenant du mica. Quelquefois ils renferment aussi une substance serpentineuse ou bien de l'amphibole comme à Pallanza, ou même de la chondrodite comme à Isasca et au Monte Sacro dans le val Sesia.

*Marbres gris et noirs.* — Lorsque la structure cristalline des calcaires blancs et saccharoïdes vient à diminuer, ils passent à des *marbres gris* ou *noirs*. Tantôt leur couleur est uniforme, tantôt ils sont veinés et même bréchiformes. Les marbres gris sont extrêmement fréquents dans les États Sardes; ils se trouvent dans la Savoie, le Faucigny, la Maurienne, à Pallance, Ossola, Aoste, Ivrée, Suse, Turin, Pignerol, Saluces, Chiavari et Gênes. D'après M. le général Alb. de la Marmora, il y en a aussi à Iglesiras et à Cagliari, dans l'Ile de Sardaigne.

Le *bardiglio screziato* de Prales est un marbre à veines gris noirâtres très-contournées.

*Portor.* — Les États Sardes possèdent le *portor* type, qui est l'un des plus beaux marbres que l'on connaisse. Ce marbre a été étudié par M. Cordier dans sa Statistique des Apennins. Il s'exploite surtout au cap Porto-Venere, duquel il tire son nom; cependant il y en a aussi dans les îles Palmaria, Tino et Tinetto, à l'extrémité de ce cap. Il se trouve également à Ormea et à Garescio (Mondovi). A Madonna delle Grazie (Porto-Venere), il peut s'extraire en blocs de 5 à 6 mètres cubes et le prix du mètre cube, sous voiles, est seulement de 300 fr.; il est donc assez bizarre que les marbriers de Paris parviennent à le maintenir à un prix sextuple.

Le *portor* est surtout remarquable par l'éclat de son poli et par le contraste agréable de ses couleurs. Son altération à l'air est toutefois assez rapide, et sa couleur noire devient grisâtre. On distingue plusieurs variétés de *portor;* la plus estimée est à fond d'un noir foncé, traversé par des veines

assez larges, inégales. ondulées, de couleur jaune d'or ou brun rouge; elle provient de la montagne Mezzorone (Porto-Venere) et de Spezia (Levante).

Une variété à veines fines et vermiculées se trouve à Pozzolo (Porto-Venere).

A Nava (Oneglia), l'on exploite un *portor* dans lequel les veines jaunes de carbonate ferrifère se fondent intimement dans la pâte noire, et deviennent presque aussi abondantes que la pâte elle-même.

*Marbres divers.* — Plusieurs variétés de *marbre jaune* compacte s'exploitent à Saint-Sulpice, en Savoie; à Sambucro Balestrino, près d'Albenga; à Fabrosa Soltana, près de Mondovi, et à Bonario, près de Cagliari.

La *brèche violette* d'Hermitage, à Villette-en-Tarentaise, sur la rive droite de l'Isère, est aussi un marbre remarquable. Son fond est violet noirâtre ou brun chocolat; elle contient un grand nombre de débris de fossiles et d'encrines, ainsi que des fragments calcaires, bruns, jaunâtres ou blancs, dont la couleur tranche d'une manière agréable sur celle du fond. Elle est dure et difficile à travailler, mais elle prend très-bien le poli et elle est très-renommée dans la marbrerie.

*Albâtre.* — Les États Sardes renferment encore de riches gisements d'*albâtre* qui est blanc jaunâtre ou brunâtre, concrétionné et stalactiforme.

Le plus remarquable est celui de Busca (Cuneo), qui est très-recherché dans la marbrerie; il présente des dessins concrétionnés à formes bizarres; sa couleur varie du blanc au jaune, au brun rougeâtre et au brun foncé.

L'*albâtre*, plus ou moins translucide, s'exploite aussi à Vetta-del-San-Bernardo, à Garessio (Mondovi), à Turbia, près de Nice, à Gênes, à Pignone et à Coni.

M. F. Gussoni (n° 93). — M. Gussoni avait exposé de beaux marbres des États Sardes :

L'*albâtre* de Busca, qui présentait des zones concentriques jaunes brunâtres;

Le *portor* de Porto-Venere, ayant un fond d'un noir uniforme traversé par des veines de fer carbonaté d'une belle couleur jaune.

Signalons aussi la serpentine si remarquable désignée sous le nom de *vert de Suse* que nous avons déjà décrite antérieurement et qui se distingue de toutes les serpentines connues dans la marbrerie par sa belle couleur vert bleuâtre.

M. G. Isella (n° 94). — M. Isella avait exposé à peu près les mêmes marbres que M. Gussoni.

Son usine, qui se trouve à Turin, date de 1831 : elle occupe 15 ouvriers, payés à raison de 2 à 4 francs par jour. Elle fabrique environ pour 20,000 francs de produits.

Chambre d'agriculture de Chambéry (n° 1). — La Chambre royale d'Agriculture et de Commerce de Chambéry avait envoyé une belle collection des *marbres de la Savoie*. Cette collection, réunie spécialement pour l'Exposition Universelle, avait été exécutée par M. Mortillet, sous la direction de M. le baron Jacquemond, président de la Société. Elle comprenait 35 échantillons de marbre, que nous énumérons ici :

*Marbre* blanchâtre, de Faucigny.
—— gris clair, de Curienne.
—— gris avec ammonite, de Saint-Jeoire-sous-Challes.
—— gris à veines claires et sombres, de Seytenex (Faverges).
—— gris, de Pierre-Pointe (Ugine).
—— gris, tacheté de roux et de noir, de Bellecombette.
—— gris veiné de blanc, de Saint-Jeoire (Arthos).
—— gris veiné de blanc, de Limene.
—— gris veiné de blanc, de la Thuile.
—— gris foncé, de Barberaz.
—— gris veiné, de Saint Jeoire (route de Croisillon).
—— gris noir, de Glaise (Faverges).
—— noirâtre veiné de blanc, de Saint-Jean-de-Tholome.
—— noirâtre, taché de blanc, d'Oncin.
—— noirâtre veiné de blanc, de Doussard.
—— noir veiné de blanc, de Saint-Jeoire (Faucigny).
—— noirâtre, de Saint-Roph (Faverges).
—— noir veiné blanc, de Montailleur.

*Marbre* noirâtre, de Saint-Sixt.
—— noir, de Grezy (sur Isère).
—— noir, de Saint-Jeoire-Avesnay.
—— roux, de Saint-Jeoire-Jouvant.
—— jaune, de Saint-Sulpice.
—— jaune et rosat, de Yenne.
—— jaune et noir, brèchiforme, d'Oncin (sous l'Église).
—— jaune et blanc, de Chaparon (la Thuile).
—— gris nuancé de lie de vin et dentelé, de Taninges.
—— rouge brique nuancé, de Mieussy.
—— dentelé, avec nuance d'agate, de Taninges.
—— portor veiné de roux, de Grezy (sur Isère).
—— poudingue avec des parties concrétionnées, de Vimines.
—— brèche d'Hermitage à Villette, dite *brèche violette* ou *tarentaise*.

Nous n'insisterons pas plus longtemps sur ces marbres de la Savoie qui ont généralement des couleurs peu vives, et qui jusqu'à présent ne sont pas exploités sur une grande échelle : le plus remarquable d'entre eux est la *brèche violette* d'Hermitage, de laquelle nous avons déjà parlé. Le poudingue de Vimines et quelques marbres jaunes sont également assez estimés.

### ÉTATS PONTIFICAUX.

La marbrerie des États Pontificaux était représentée par des œuvres d'art remarquables, dont l'examen appartenait à la Classe XXIV. Si nous en parlons ici, c'est afin de signaler d'une manière spéciale quelques marbres antiques provenant des fouilles de Rome, sur lesquels notre attention a été appelée par M. le baron du Havelt, commissaire des États Pontificaux.

*Jaune antique* (*giallo antico*). — M. Diès avait exposé des réductions de monuments romains en *marbre jaune antique*. Ce marbre présente une belle couleur jaune, nuancée de tons rougeâtres. De même que le jaune de Sienne veiné, il est d'ailleurs traversé par des veines brunes ou violacées;

on y observe aussi des veines blanches de chaux carbonatée spathique : c'est sans doute une variété du marbre de Numidie.

Nous avons déjà parlé de la belle coupe en marbre jaune antique de M. Galland, et nous avons fait remarquer qu'elle ressemble beaucoup au marbre jaune des environs de Philippeville (Algérie).

*Rouge antique.* — Le *marbre rouge antique* se trouve souvent à Rome, notamment au Forum et à la voie Appienne.

M. Galland avait représenté en marbre rouge antique les colonnes de Marc-Aurèle, de Nerva et du temple de Jupiter. Ce rouge antique provenait vraisemblablement de Grèce ; il avait cependant une teinte rouge brunâtre plus vive que l'échantillon exposé parmi les marbres de la Grèce ; sa teinte était aussi plus uniforme et les veines blanches y étaient plus rares.

Le piédestal de la colonne Trajane, exposée par M. Spagna, montrait une variété de marbre rouge antique, traversé par des veines de chaux carbonatée blanche, qui avaient plus d'un centimètre de largeur.

*Marbres divers.* — Une coupe très-remarquable qui avait été exposée par M. Galland a été achetée par M. le duc de Galliera. Elle était faite d'un marbre antique, qu'on désigne sous le nom d'*albâtre tigré*. C'est un calcaire concrétionné blanc, opaque, tacheté de jaune, de brun et de gris ; on ignore d'où les Romains tiraient ce marbre, qui a été trouvé dans les ruines de la Sabine.

— Un autre *albâtre* formait le piédestal de la colonne Trajane, de M. Spagna. C'est un calcaire fibreux, blanc, opaque, veiné de gris et de noir. Il est traversé par des dendrites noires et concentriques, qui sont d'un effet très-agréable.

— Parmi les marbres antiques signalons encore le *marbre tuberculeux* qui formait la bordure d'un damier acheté par S. A. I. le prince Napoléon. Il présente des tubercules de couleurs très-variées, qui sont jaune de laiton, rouges

et verts. A l'intérieur de ces tubercules, il s'est quelquefois formé des cavités qui sont remplies par de la chaux carbonatée blanche et spathique. La structure de ce marbre rappelle celle de la brocatelle d'Espagne, mais ses couleurs sont beaucoup plus vives.

Le damier dans lequel se trouvait le marbre tuberculeux avait été exposé par M. Galland; il réunissait une collection très-remarquable de marbres antiques.

— La quantité de marbres accumulés dans les ruines de Rome est véritablement prodigieuse, et ces ruines elles-mêmes sont les carrières les plus riches qu'il soit possible d'exploiter. Elles recèlent, en effet, des marbres dont le gisement nous est maintenant inconnu, et que les Romains faisaient venir à grands frais de toutes les extrémités du monde.

### GRÈCE.

Les Dèmes de Crocées, Sparte, Lageïa, Tripoli, Nauplie (n° 6).

— Les marbres tenaient le premier rang parmi les produits envoyés par la Grèce à l'Exposition Universelle. Ces marbres, exposés par plusieurs communes (Dèmes) de Grèce, provenaient tous de carrières anciennement exploitées. Nous allons décrire rapidement les principaux marbres de cette belle collection, qui sont devenus célèbres par leur emploi dans les monuments de l'antiquité et par les descriptions que nous en ont laissées les écrivains.

*Marbres blancs.* — Le *marbre de Paros* est connu dans le monde entier par les chefs-d'œuvre de l'antiquité. Il est blanc, ou blanc légèrement jaunâtre, lamelleux et à gros grain; il jouit d'une certaine translucidité qui produit un effet très-agréable et qui l'a toujours fait rechercher pour les statues. Malheureusement il est souvent micacé. De plus, il est fort rare d'en trouver des blocs de grandes dimensions; aussi les difficultés que présente son exploitation ont-elles depuis longtemps forcé les sculpteurs à recourir

au marbre de Carrare. D'après des renseignements transmis au Jury par M. Spiliotakis, l'exploitation du marbre de Paros sera prochainement reprise sur une grande échelle ; un chemin de fer et un embarcadère, qui se construisent en ce moment même, permettront d'amener directement le marbre de la carrière jusque dans le vaisseau qui devra le transporter.

— Le *marbre Pentélique* était représenté par un monument funéraire. Il est blanc grisâtre, lamelleux, un peu translucide comme le marbre de Paros ; il passe fréquemment au cipolin. Le monument exposé montrait, il est vrai, plusieurs veines opaques et jaunâtres, ainsi que des paillettes de graphite ; mais, à l'Exposition des Beaux-arts, il y avait plusieurs statues en marbre pentélique de belle qualité. Ce marbre a été employé à la décoration de plusieurs édifices de la moderne Athènes.

— Le marbre de Tenos est aussi un *marbre blanc*, mais opaque et de qualité inférieure. Il ne paraît pas avoir été exploité par les anciens. Il revient, sur les lieux, au prix de 135 fr. le mètre cube, tandis que le Pentélique coûte 160 fr., et le Paros 200 fr.; tous ces marbres blancs de la Grèce pourraient donc s'exploiter à un prix très-peu élevé, si le manque de routes ne rendait pas, quant à présent, leur transport très-difficile.

— Parmi les *marbres blancs* les plus célèbres, citons encore ceux des îles de Tinos, de Naxos, de Chio, de Thasos, de Syra, d'Antiparos [1].

MM. Virlet et Dumont, qui ont visité les gisements du marbre blanc de la Grèce, ont remarqué qu'il est enclavé dans des schistes cristallins et associé à du marbre blanc veiné ainsi qu'à du bleu turquin. Souvent aussi il passe au cipolin. Il paraît d'ailleurs probable que ce marbre blanc de la Grèce provient du métamorphorisme du calcaire nummulitique.

*Marbre rouge antique.* — De tous les marbres de couleur,

[1] Géologie et Minéralogie de la Grèce : *Boblaye* et *Virlet*, p. 50, 61, 69, 72, 106.

le plus remarquable et le plus rare est le *rouge antique* (*rosso antico*). Les anciens, qui en ont fait un grand usage, lui donnaient le nom d'*Ægyptum*. Ils le confondaient, sans doute, avec le porphyre rouge antique qui a la même couleur et qui vient de l'Égypte ; mais le marbre rouge antique n'a pas été trouvé en Égypte, et son gisement précis était inconnu jusque dans ces derniers temps. L'Exposition est venue nous démontrer d'une manière irrécusable que les anciens l'ont surtout exploité en Grèce. On trouve, en effet, d'anciennes carrières de marbre rouge antique à Cynopolis, et aussi à Damaristica (dème de Lageïa). Un bloc provenant de Lageïa avait 1 mètre de longueur, 0$^{m}$,30 de largeur et 0$^{m}$,15 d'épaisseur : parallèlement à son lit, il présentait deux bandes blanchâtres, avec des traces de fossiles indéterminables. Il était d'ailleurs aussi beau que le rouge antique connu dans nos musées ou dans ceux de l'Italie, et il présentait comme lui une structure arénacée. Deux grands candélabres sculptés, ayant plus de 2 mètres de hauteur, qui avaient été exposés par M. Sieguel, professeur à l'École des beaux-arts d'Athènes, étaient formés de rouge antique et de pentélique. La série des marbres de l'Exposition Grecque montre que le rouge antique passe par des dégradations successives à des marbres d'une couleur rouge marron, veinés de blanc, de noir et plus souvent de gris. Ces derniers marbres, qui sont d'un aspect peu agréable, se trouvent, par exemple, à Lageïa.

*Marbres divers.* — Le *marbre de Sparte* a une belle couleur jaune, qui passe au jaune nankin, au jaune rougeâtre et même au violet. Il présente des taches de calcaire saccharoïde blanc ou blanc grisâtre. Il peut devenir bréchiforme.

— Une *brèche de Taygète* a un fond brun jaunâtre, sur lequel se détachent des fragments calcaires gris ou jaunes ; elle est de plus traversée par des veines noires.

— A Ténare, à Mantinée, à Bryseates et dans les environs de Sparte, il y a des marbres noirâtres ou noirs grisâtres traversés par de petites veines de fer carbonaté ; ces mar-

bres sont des variétés de *portor* ; mais leur couleur n'est pas très-belle.

*Albâtre.* — Il y avait aussi un échantillon de l'*albâtre* calcaire provenant de l'îlot Psythalia, dème du Pyrée. Il est concrétionné, à veines ondulées, de couleur blanche ou blanc jaunâtre. Les anciens l'employaient spécialement pour les lacrymatoires.

— La Grèce moderne a retrouvé les anciennes carrières qui donnaient le marbre de Paros, le marbre pentélique, le rouge antique, le marbre de Sparte et le porphyre vert des Crocées. Déjà même ces carrières ont été exploitées pour la décoration de la Grèce moderne, de Constantinople et de la Crimée. Les monuments restés debout, les chefs-d'œuvre conservés dans nos musées témoignent d'ailleurs que les marbres de la Grèce ont pu suffire autrefois à tous les besoins de la sculpture et de l'architecture. Si, jusqu'à présent, la Grèce n'a pas tiré tout le parti possible de ses richesses minérales, si leur exploitation n'a eu lieu qu'à de rares intervalles, il faut l'attribuer aux difficultés sans nombre qui entravent l'industrie dans un pays régénéré depuis un petit nombre d'années, qui manque de routes, de capitaux, et dans lequel tout est pour ainsi dire à créer.

## PORTUGAL.

L'exposition du Portugal présentait de belles collections qui indiquent dans ce pays l'existence de nombreux gisements de marbres. La découverte et l'exploitation de ces marbres doivent en partie être attribuées à M. Dejeante.

M. P.-B. Dejeante (n° 16). — M. Dejeante est un Français qui s'est expatrié à la suite des événements politiques de 1815, et qui est allé se fixer en Portugal. Il avait exercé la profession de marbrier et celle d'ébéniste, et il créa à Lisbonne une usine importante, mue par une machine à vapeur destinée au sciage des bois et des marbres. L'industrie des marbres était alors dans un grand état d'abandon,

et quelques carrières seulement étaient exploitées aux environs de Lisbonne. M. Dejeante se livra aux recherches les plus actives sur le gisement des marbres, et on lui doit la découverte de la belle collection qui figure aujourd'hui à l'Exposition Universelle. Plusieurs des marbres qu'elle renferme ont été retrouvés dans les monuments de Rome, et proviennent d'exploitations faites anciennement par les Romains.

— Parmi les marbres les plus remarquables du Portugal, signalons le *marbre d'Estrennas*, dans les Algarves. C'est un calcaire saccharoïde, blanchâtre, à grandes veines gris bleuâtre; il a été exploité pendant que le Portugal était sous la domination de l'Espagne, et il a servi à décorer le palais de l'Escurial.

— Dans les Algarves on trouve aussi une espèce de *cipolin*, formé par un calcaire saccharoïde rose, traversé par des veines de mica vert.

— Un *marbre de l'Alentejo* a une belle couleur jaune qui rappelle le jaune de Sienne; son prix de revient est d'ailleurs assez élevé.

— Un autre *marbre de l'Estramadure*, qui est jaune rosâtre, produit un très-bel effet.

— Dans l'Alentejo on a encore une *brocatelle* et des *brèches* à fond jaune, qui sont assez semblables à celle d'Alet.

— D'autres marbres ont une couleur jaune nankin, rouge pourprée, chocolat, violacée, lilas.

— Une table rectangulaire entourée par un cadre métallique était formée d'un marbre très-curieux qu'on appelle *marbre agate*. Il présente des fragments calcaires de couleur brun rougeâtre, jaune de laiton, ou vert de bronze, qui sont réunis par de la chaux carbonatée blanche et spathique; cette chaux carbonatée est de plus transparente, ce qui donne à ce marbre un caractère tout particulier.

— Une belle table mosaïque réunissait 96 échantillons formant une collection minéralogique à peu près complète des marbres du Portugal.

— Les marbres exploités par M. Dejeante se trouvent dans

les provinces d'Alentejo et d'Estramadure, ainsi que dans le royaume des Algarves. Ceux des Algarves sont des calcaires saccharoïdes enclavés dans des roches métamorphiques et cristallines ; ceux de l'Estramadure et de l'Alentejo contiennent souvent des fossiles, notamment des hippurites et divers rudistes.

Les marbres de l'Estramadure s'exploitent dans des conditions très-avantageuses ; aussi M. Dejeante espère-t-il les livrer à Paris aux 4/5 du prix auquel se vend le marbre de Sainte-Anne, qu'on tire en si grande quantité de la Belgique.

La plupart des marbres de l'Alentejo ne coûteraient pas plus de 600 francs le mètre cube : or ces marbres ont des couleurs assez vives, et il est permis de croire qu'ils pourraient lutter avec les marbres un peu monotones de la Belgique et du nord de la France.

Dès à présent, M. Dejeante a su trouver des débouchés à ses marbres en Italie, en Russie, et surtout en Angleterre.

L'importante usine qu'il a créée à Lisbonne occupe plus de 100 ouvriers, et en 1854 elle a produit des marbres pour une valeur de 120,000 francs. Le travail de ces marbres ne laisse d'ailleurs rien à désirer ; l'on a remarqué notamment des plaques polies de marbre à rudistes qui étaient réduites à une épaisseur tellement petite, qu'elles étaient devenues translucides.

A l'Exposition Universelle de Londres, les marbres de M. Dejeante avaient déjà fixé l'attention, et il a reçu une médaille de prix ainsi qu'une mention honorable. Depuis cette époque, il a fait les recherches les plus actives pour paraître dignement dans sa patrie à l'Exposition Universelle de Paris. Il a reconnu un grand nombre de nouveaux gisements de marbre ; dès maintenant il en a exploré 80, tandis que lors de l'Exposition de Londres il n'en connaissait encore qu'une cinquantaine.

M. Dejeante a donc créé, pour ainsi dire, l'industrie des marbres en Portugal ; après quarante années de recherches pénibles et persévérantes, il voit enfin ses efforts couronnés

de succès ; aussi le Jury a-t-il pensé qu'il était digne, à tous égards, de la médaille de 1re classe.

M. De Figueiredo (n° 23). Commission filiale d'estremoz (n° 10). Commission filiale de Borba (n° 8). M. Campos (n° 5).—

D'autres exposants du Portugal ont encore envoyé des collections remarquables de marbres. Nous citerons notamment des *marbres blancs*, saccharoïdes, d'un grain moyen, qui proviennent d'Estremoz, de Vianna (Alentejo) et de Borba (Evora). Si ces marbres pouvaient être exploités en blocs suffisamment gros, ils seraient assurément propres à la statuaire. Ils sont associés à d'autres variétés de marbres qui accompagnent généralement le marbre blanc ; il y a, par exemple, un *marbre blanc veiné de jaune*, un autre *veiné de gris* par du graphite. Un *bleu turquin* se trouve à Serpa (Beja).

Un *marbre violet* avec taches blanches et veines noires a été envoyé par la Commission d'Estremoz.

Un *cipolin* blanc veiné de vert, identique à celui travaillé par M. Dejeante, provient de Vianna, dans l'Alentejo ; il a été exposé par M. de Figuieredo. Ce marbre présente de petites veines de quartz qui doivent rendre son travail assez difficile ; en outre il ne prend pas très-bien le poli, surtout dans ses parties vertes.

Tous ces marbres sont des calcaires saccharoïdes, et ils se trouvent habituellement dans les roches cristallines et métamorphiques.

## ESPAGNE.

L'Espagne exploite très-peu de marbres maintenant, mais elle en renferme cependant de nombreux gisements. La table mosaïque qui se trouve au Muséum de Paris et qui a été donnée, en 1774, par le roi Charles III, nous montre, en effet, une collection des principaux marbres de l'Espagne, et cette collection est très-riche.

A l'Exposition, on retrouvait sous un format plus grand une partie des marbres de cette table de Charles III.

*Albâtre algérien.*— Parmi les plus beaux marbres de l'Es-

pagne, signalons tout d'abord un albâtre identique à l'*albâtre algérien*. M. J. Benavidès en avait exposé un petit coffret sans indication de localité ; mais d'après des renseignements que nous a transmis M. Casiano de Prado, cet albâtre existe en gîtes exploitables dans la commune d'Aracena, province de Séville.

On fait voir aux curieux qui visitent le Grand Trianon un service de table en *albâtre algérien*, offert par le roi Ferdinand VI d'Espagne à l'empereur Napoléon Ier. La destination même de ce présent montre bien que l'*albâtre algérien* était alors regardé comme une matière fort rare. L'*albâtre algérien* existait cependant à Aracena, sur le sol même de l'Espagne, et nous verrons plus loin qu'on le trouve aussi dans une de ses anciennes colonies, le Mexique.

*Albâtre*. — L'Espagne est d'ailleurs très-riche en *albâtre*. M. C. Schulz, inspecteur général des mines, avait envoyé des albâtres ordinaires d'une couleur jaune ou brun jaunâtre, qui provenaient des provinces de Grenade et d'Alméria.

*Marbre blanc*. — Le *marbre blanc* de l'Alhambra était représenté par un échantillon. Ce marbre s'exploitait à Macael, dans la Sierra de Bacares, sur le prolongement de la Sierra Nevada. Il s'exploite même encore maintenant et dans ces derniers temps on l'a employé dans quelques hôtels de Madrid. Il a également servi à décorer la promenade publique de Baza, en Andalousie. C'est un beau marbre, légèrement translucide, d'un grain moyen, d'une couleur blanche accidentellement veinée de grisâtre. Il est enclavé dans des schistes cristallins quelquefois grenatifères.

— Dans leur dernier voyage en Espagne, MM. de Verneuil et Colomb ont aussi visité en Andalousie près de Velez Rubio, dans la Sierra de Oria, d'anciennes carrières d'un *marbre blanc* que les Maures ont exploité autrefois pour les monuments de Grenade. Ce marbre passe parfois au gris et au gris veiné ; il est formé par un calcaire saccharoïde enclavé dans des schistes de transition.

— Au sud de Valence, il existe également de grandes car-

rières d'un *marbre blanc* ou blanc rosé, qui a été exploité anciennement et qui est connu sous le nom de marbre de Buixcaro. Il peut s'obtenir en très-gros blocs.

— M. Casiano de Prado a observé du *marbre blanc* dans la chaîne cantabrique à Salientes, à Muxias de Paxedes et à Cuevas de Sil. Dans ces dernières localités, ce marbre est même assez commun pour qu'on l'emploie dans les constructions ordinaires, mais son transport serait très-difficile.

— Enfin dans les Pyrénées orientales, près de Rosas, il y a aussi un *marbre blanc*, saccharoïde et à grain fin dont l'exploitation a été entreprise récemment.

Les autres marbres de l'Espagne étaient :

— Une *brocatelle* brune et jaune avec concrétions de plusieurs centimètres, d'Espajon en Castille. Il y avait aussi quelques *brocatelles* du terrain nummulitique de l'Espagne ; leur gisement n'était pas indiqué, mais elles provenaient vraisemblablement de Tortose.

— Une *brèche* blanche et violette ressemblant à la brèche africaine de la Toscane ; elle se trouve dans la Navarre espagnole.

— Un *marbre blanc à veines violettes*, analogue au précédent, d'Escaro, province de Valladolid.

— Un *marbre rouge* veiné de brun de Murcie.

— Un *marbre brun rouge* contenant une multitude de tiges d'encrines de couleur blanche ; il provient du terrain dévonien de Cueta dans la province de Léon, et il avait été exposé par M. Benavidès.

— Un beau *marbre portor* à veines brun-rouge, de la province de Valence.

M. Moreno (n° 104). — M. Moreno avait exposé des marbres de l'Espagne et des colonies espagnoles. Parmi ces marbres, mentionnons spécialement une variété de *portor*, dont le fond est brun foncé au lieu d'être noir ; sur ce fond se détachent des veines grisâtres, brun-jaunâtres ou rouges, formées par un carbonate ferrifère. Ce marbre remarquable s'exploite à Castellar, près de Barcelone.

### CUBA.

Commission de Cuba (n° 417). — L'île des Pins, près de Cuba, renferme de très-beaux marbres. Ces marbres, dont l'exploitation est faite par des condamnés, sont des calcaires saccharoïdes. Nous y avons remarqué du *marbre blanc* qui est aussi pur que le marbre statuaire, des *marbres blancs veinés*, *roses*, *jaune-brunâtres*, ainsi que des *marbres gris et noirs*. Certaines variétés brun-noirâtres ne prennent pas bien le poli ; elles présentent alors de petites houppes blanches, soyeuses, étoilées, très-tendres, qui se dessinent en creux et qui paraissent être du talc.

Les *marbres de l'île des Pins* étaient déjà connus en France par la collection que possède le Muséum d'histoire naturelle ; cette collection est d'ailleurs semblable à celle qui a été envoyée à l'Exposition Universelle par la Commission de Cuba.

### BELGIQUE.

La Belgique possède de riches carrières de marbres qui depuis longtemps sont exploitées sur une très-grande échelle. Leur principal centre de consommation est Paris ; aussi leur exploitation est-elle faite en partie par des marbriers français.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler des marbres de la Belgique. Ils appartiennent au calcaire carbonifère et au terrain devonien, comme la plupart des marbres du nord de la France. Ils ont des couleurs un peu sombres ; mais il y en a cependant qui sont très-remarquables et tout à fait propres à la décoration des monuments ; de ce nombre est le rouge royal de Franchimont. Le marbre de Franchimont est d'ailleurs devonien, ainsi que les marbres de Glageon et de Sainte-Anne.

La brèche brune de Vaussort produit un assez bel effet ; elle est calcaire, à ciment ferrugineux et violacé, à fragments noirs, blancs ou grisâtres. D'après M. d'Omalius d'Halloy, elle appartiendrait à la partie supérieure du cal-

caire carbonifère de la Belgique (système condrusien). Le marbre noir de Dinan et celui des Écaussines, près de Mons, sont aussi du calcaire carbonifère. Ce marbre des Écaussines est connu sous le nom de *petit granite;* il est l'objet d'une exploitation très-considérable, et la Belgique en exporte la plus grande partie en France.

Le tableau suivant donne, pour la ville de Bruxelles, le prix des principaux marbres de Belgique :

| | Prix du mètre cube. |
|---|---|
| Marbre gris (Sainte-Anne). . . . . | 150f à 180f |
| *Id.* rouge marron. . . . . | 160 à 200 |
| *Id.* noir. . . . . | 240 à 388 |
| Saint-Remy. . . . . | 255 à 280 |
| Brèche brune. . . . . | 248 à 300 |

Ces marbres ont des prix très-inférieurs à ceux de nos marbres français ; il n'est donc pas étonnant qu'on en consomme une grande quantité à Paris.

M. Leclercq (n° 342). — M. Leclercq a créé à Bruxelles un établissement de marbrerie dans lequel les marbres sont travaillés et sculptés d'une manière remarquable. Son usine occupe 50 ouvriers qui reçoivent de 3 à 6 fr. Le mouvement est donné par une machine à vapeur de 3 chevaux.

Les produits envoyés à l'Exposition étaient des cheminées très-élégantes; l'une en marbre noir de Golzines, l'autre en brèche brune, une troisième en marbre blanc de Carrare, une quatrième en marbre jaune de Sienne.

M. Geill (G.-F.) (n° 339). — M. Geill dirige à Gand un grand atelier pour le sciage et la sculpture du marbre. Il avait exposé une belle cheminée en marbre blanc. Son usine occupe plus de 80 ouvriers. Une machine à vapeur et une roue hydraulique d'une force de 16 chevaux donnent le mouvement à 120 lames qui opèrent le sciage, ainsi qu'à des machines pour tourner et recouper le marbre. M. Geil livre annuellement au commerce pour 350,000 fr. de produits. Il en exporte une assez grande quantité en Prusse. Il

a obtenu des médailles de vermeil aux Expositions Belges de 1847 et de 1849; c'est l'un des principaux marbriers de la Belgique.

M. D. Marchal (n° 44). — M. Marchal a exposé le *marbre* provenant de ses carrières *de Saint-Hubert*, à Rochefort (duché de Luxembourg). Ce marbre est une variété de celui qu'on nomme *rouge royal;* il est comme lui rouge, blanc et grisâtre. Ses parties blanches ont une structure concrétionnée et elles résultent d'infiltrations de chaux carbonatée. Il peut s'exploiter en blocs de très-grandes dimensions. Un bénitier sculpté fait avec ce marbre avait été exposé dans le Palais. Une table, dans le style Louis XIV, était en outre exposée dans l'Annexe; cette table, qui est fort belle et qui a 3 mètres de longueur, a été achetée par S. A. I. le prince Napoléon.

M. le V^te^ Desmanet de Biesme (n° 7338.) — M. le vicomte Desmanet de Biesme exploite et travaille les *marbres noirs* de Golzines et des environs de Namur. Il avait exposé deux cheminées en marbre noir provenant de ses carrières et travaillées dans son usine de Golzines. Le nombre des ouvriers qu'il emploie est de 35. Une mention honorable lui avait déjà été donnée à l'Exposition Universelle de Londres.

M. le C^te^ de Louvencourt (C.) (n° 39). — M. le comte de Louvencourt exploite les *marbres d'Angre et de Roisin* dans le Hainaut. Il occupe 25 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. 25 cent. à 2 fr. 50 cent. Ses marbres ont une belle couleur noire, et sur leur fond se détachent quelquefois des gasterpodes turriculés changés en chaux carbonatée cristalline et parfaitement blanche; cette dernière variété est connue dans la marbrerie sous le nom de *drap mortuaire.*

### PRUSSE.

La Prusse possède quelques carrières de marbres dans la Silésie, dans la Saxe ainsi que dans la Westphalie et dans la Prusse Rhénane. Jusqu'à présent, c'est surtout le marbre de Silésie qui a été employé à Berlin, car les carrières des

autres provinces sont encore récentes ; cependant dans ces derniers temps, leur exploitation a commencé à prendre quelque développement. Le marbre de Silésie peut s'obtenir en gros blocs ; mais il a une couleur blanc grisâtre un peu foncée. Son prix, rendu à Berlin, est seulement de 378 fr. le mètre cube. La tranche se vend de 22 à 26 fr. le mètre carré [1].

Dans les constructions de luxe, on se sert surtout des beaux marbres d'Italie, de France et de Belgique. Toutefois pour économiser ces marbres, on les scie le plus souvent en feuilles très-minces qui sont collées sur de la pierre calcaire, de manière à faire une sorte de placage. Ce placage s'opère surtout dans l'usine de M. Geill qui se trouve à Gand, et de laquelle nous venons de parler à l'occasion des marbres de la Belgique. Le prix du marbre plaqué varie de 26 à 30 fr. par mètre carré poli.

Il n'est pas inutile d'ajouter ici que la consommation du marbre plaqué augmente considérablement à Berlin, et que les beaux marbres français y trouveraient un débouché facile. Ils sont soumis à un droit de 3 fr. 75 cent. par quintal métrique, et ils devraient être introduits en feuilles minces dont le placage se ferait à Berlin.

— Les principaux marbriers de la Prusse avaient envoyé à l'Exposition divers produits que nous allons énumérer rapidement.

M. Bonzel (F.-J.) (n° 526). — M. Bonzel exploite depuis 1851 de belles carrières de marbre situées à Mecklinghausen, près d'Olpe, en Westphalie. Des chemins terminés récemment permettent d'extraire facilement ce marbre des carrières, et une usine avec moteur hydraulique a été construite.

Le *marbre de Mecklinghausen* est un calcaire compacte traversé par des veines de schiste qui lui donnent quelquefois une structure glanduleuse. Sa couleur est brun, brun rougeâtre ou rouge marron. De même que la plupart des

[1] Renseignements donnés par M. Lohn, architecte de S. A. R. le Prince de Prusse.

marbres remarquables exploités en France et en Belgique, il appartient au terrain dévonien, et c'est une variété du calcaire de l'Eifel (Eifelkalkstein). La belle carte géognostique de la Westphalie, exécutée sous la direction de M. de Dechen, montre qu'il forme des lentilles enclavées dans le schiste de la Lenne (Lenneschieffer).

Le monument élevé dans la nef du palais de l'Industrie au roi de Prusse, Frédéric-Guillaume III, présentait deux belles colonnes de marbre brun de Mecklinghausen. Plusieurs cheminées du palais du roi à Berlin ont également été exécutées avec du marbre provenant de ces mêmes carrières, et leur exploitation paraît devoir prendre quelque développement.

M. Barheine (R.) (n° 1040). — M. Barheine, marbrier à Berlin, avait exposé une table en marbre exécutée par M. Alder, qui était remarquable par ses grandes dimensions et par le fini du travail. Elle était formée par un marbre blanc-grisâtre, à grandes lamelles, très-cristallin et coloré en noir par du graphite; ce *marbre* s'exploite à *Kunzendorf*, près de Neisse, dans la haute Silésie.

— D'après des renseignements qui nous ont été transmis par M. de Viehbahn, il existe aussi à *Schmiedeberg*, dans la basse Silésie, des carrières de *marbre* qui sont exploitées par M. Spin, de Berlin, et qui paraissent devoir prendre de l'importance. On espère qu'il sera possible de livrer ce marbre au prix très-réduit de 22 fr. le mètre carré.

Compagnie des Marbres du Neanderthal (n° 538). — La Compagnie des *marbres du Neanderthal* exploite des carrières qui sont situées près du chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld. Ces marbres sont noirs et blancs, assez semblables à ceux du terrain carbonifère de Belgique. Leur exploitation ne date que du 1er janvier 1854, et elle a été commencée sur une grande échelle; il y a en effet 50 ouvriers à l'intérieur et 107 à l'extérieur. On construit en ce moment une usine dans laquelle le mouvement sera donné par deux chutes d'eau, l'une de 50, l'autre de 25 chevaux.

M. le comte Stolberg Wernigerode (n° 682). — M. le comte Stolberg Wernigerode exploite à Buschenberg, près de Wernigerode, dans le Hartz, des *marbres noirs* qui sont surtout employés pour des monuments funèbres. Il y avait à la Prusse, dans la salle des armes, plusieurs objets de décoration, exécutés en associant ces marbres à du marbre blanc. Jusqu'à présent, le commerce de ces marbres a été très-peu important et limité aux environs de Wernigerode.

### DUCHÉ DE NASSAU.

Le duché de Nassau possède des carrières de marbre à Villmar, à Limburg et à Diez-sur-Lahn ; elles fournissent un marbre qui s'exploite très-économiquement et qui est d'un très-bon usage dans l'architecture. Le *marbre du duché de Nassau* présente des couleurs variées tirant généralement sur le brun ou sur le rouge; il ressemble à nos marbres dévoniens des Pyrénées, et il se laisse travailler avec la même facilité; il appartient d'ailleurs au système Rhénan de M. Dumont [1].

Direction de la maison de force de Diez-sur-Lahn (n° 48). — Le Directeur de la maison de force de *Diez-sur-Lahn* fait exécuter par les prisonniers, différents ouvrages en *marbre*, tels que boîtes, coffrets, presse-papiers, cachets, etc. A cause des difficultés mêmes qu'il présente, le travail du marbre est l'un de ceux qui conviennent le mieux aux établissements pénitentiaires, et les Romains y ont employé leurs condamnés. Indépendamment de ce qu'il profite à l'industrie, ce travail améliore la moralité des prisonniers : aussi le Jury a-t-il cru devoir le récompenser par une mention honorable.

### EMPIRE D'AUTRICHE.

Plusieurs exposants de l'Empire d'Autriche avaient envoyé des collections locales de marbres sur lesquelles nous allons jeter un coup d'œil.

M. Sandri (n° 108). — Une collection de M. Sandri mon-

[1] *C. Sandberger*, Produits minéraux du duché de Nassau.

trait une soixantaine d'échantillons de marbres de la province de Vérone.

*Albâtre.* — Il y avait de l'*albâtre* provenant de cinq localités différentes : l'un est brun très-foncé ou presque noir; l'autre est jaunâtre et radié ; celui d'Albino est jaune grisâtre ; celui de Bondo est concrétionné et nuancé de teintes blanches, rougeâtres et brunes ; il rappelle l'albâtre de Busca (États sardes).

L'*albâtre de Valcamonica* est blanc, légèrement grisâtre, spathique et transparent; c'est une des plus belles variétés d'albâtre que l'on puisse voir.

Ces albâtres se présentent en amas dans les cavités du terrain jurassique. On les exploite facilement et sur une assez grande échelle ; on en fait des vases, des pendules, des tables et divers objets d'ornements : tous ces objets se vendent à bas prix.

*Marbre blanc.* — Le *marbre blanc* de Vezza est employé dans la statuaire. Il est beaucoup plus cristallin que le Carrare, et on y distingue une multitude de lamelles nacrées. Il forme des couches puissantes enclavées dans les schistes cristallins.

Le *marbre blanc* de Vallasenina est également très-cristallin.

Le *marbre blanc* de Cene est veiné de noir et de gris ; il passe au *bardiglio*. Il existe aussi du *bardiglio* à Casnigo.

*Marbres divers.* — A Guzzaniga, on exploite un *marbre noir* qui revient à un prix très-peu élevé, et qu'on emploie beaucoup pour les monuments funèbres.

Il y a du *portor* à Gandino, à Esmate et à Cene ; de la *lumachelle* (*occhiadino*) à Cerveno et à Bordogna ; une grande *lumachelle* (*occhiato*) à Mora ; des *marbres mouchetés* à Gorno, au mont Bô, à Cene, à Nembro, à Pradalunga, à Nese, dans le val Camonica, ainsi que dans le val Brembana; des *brèches* à Esmate, à Lovere, à Cornalta, dans le val Seriana et dans le val Brembana ; du *marbre jaune* à Gorno et à Albino; des *marbres rouges* à Entratico,

à Nese, dans le val Brembana, à Vallalta, à Ardesio, à Valdossana.

Ces marbres appartiennent aux terrains permien et triasique inférieur, ainsi qu'au lias.

Il y a aussi un *marbre enfumé* (*affumicato*), qui est gris brunâtre, nuancé de gris, et qui se trouve à Trescore ; de la *maiolica*, à Govarno, à Nembro, à Zandobbio ; des *brèches*, à Vallalta et Gavarno. La maiolica de Gavarno et de Nembro est un calcaire gris ou gris brunâtre, assez compacte pour servir de pierre lithographique. Ces derniers marbres appartiennent au terrain jurassique supérieur, et on les emploie beaucoup dans les constructions.

Enfin, au nombre des marbres de la province de Vérone, il faut encore compter l'*alberese* ou la *pietra paesina*, du terrain tertiaire de Bagnatica.

Ces marbres, de la province de Vérone, surtout ceux des terrains permien, triasique et jurassique, sont exploités sur une grande échelle ; on les travaille dans 13 usines. Le nombre des ouvriers que l'industrie des marbres occupe dans la province est de 350 ; leur salaire est de 1 fr. 50 à 5 fr. par jour. Ces marbres se répandent non seulement dans la province de Vérone, mais encore dans toute l'Italie ; ils sont même expédiés à l'étranger. Leur fabrication annuelle dépasse 300,000 fr. On les emploie pour décorer les appartements, ainsi que les églises ; on en fait notamment des colonnes et des autels.

Une table mosaïque, exposée dans la nef, réunissait leurs principales variétés.

MM. Ragazzoni (J.) et Gerardi (B.) (n° 102). — Une collection des minéraux de la province de Brescia avait été faite par MM. Ragazzoni et Gerardi. Elle contenait du *marbre blanc* saccharoïde, tantôt grenu, tantôt à grandes lamelles, qui provenait de Bagolino.

Il y avait aussi un *marbre noir veiné* de blanc, de Taveruole, ainsi que des calcaires lithographiques de Cellatica et de Brione.

M. Heinrich (Al.) (n° 45). — Une collection de roches et de minéraux, exposée par M. le professeur Albin Heinrich, renfermait les principaux *marbres de la Moravie.*

*Marbres blancs et noirs.* — En Moravie, des calcaires saccharoïdes, généralement très-cristallins, donnent du *marbre blanc* ou *blanc grisâtre*, à Neudorf près de Trebitsch, à Zblowitz, à Sachahora, à Wottau, à Pernstein, à Chlum, à Helenenhof. A Spornhau, on a un *marbre gris*, bleuâtre, très-lamelleux, qui est une variété de turquin.

Ces calcaires saccharoïdes sont enclavés dans le gneiss et dans le micaschiste.

Des *marbres noirs* se trouvent dans la forêt près de Lösch, à Posoritz et à Babitz. Les marbres noirs de Posoritz et de Babitz sont traversés par des veines jaunes, dues à un carbonate ferrifère, et peuvent être considérés comme des variétés de portor.

*Marbres divers.* — Il y a des marbres rouges, gris ou bruns, veinés par de la chaux carbonatée blanche et spathique, à Hostienitz, à Czébin, à Tichnowitz, à Kiritein, à Ostrow. Ces marbres noirs ou bigarrés appartiennent tous au terrain dévonien.

Le marbre de la Skalka, près de Brünn, est un calcaire jurassique qui contient une énorme quantité d'entroques; il a une couleur jaune grisâtre, et les entroques sont blanchâtres.

A Polau, un marbre, également jurassique, est très-compacte et semi-cristallin. Sa couleur est brun rougeâtre, et il est traversé par des veines blanches de chaux carbonatée.

M. Feilhammer (Fr.) (n° 1200). — M. Feilhammer, de Brünn, a également présenté une collection des *marbres de la Moravie.*

Sa collection comprend une partie des marbres desquels nous venons de parler; elle montre le marbre blanc saccharoïde, à grain moyen, de Pernstein et de Wottau; le marbre gris de Spornhau; plusieurs marbres dévoniens, notamment les marbres noirs de Hrubschitz, de Losch, de

Lomnitz et de Josefthal ; enfin, des marbres gris brunâtre d'Hostienitz et de Felsberg.

M. Doppler (Jean) (n°11). — M. Doppler a exposé une collection de trente espèces de marbres qu'il exploite à Adnet, Untersberg, Vigaun, Haunsberg, Durnberg, Kind et Wiesthal ; on peut citer parmi les plus remarquables le *marbre de Wiesthal*, qui est gris noirâtre et veiné de noir. Une table de 2 mètres $\frac{1}{2}$ de longueur sur 1 mètre de largeur était en *marbre madréporique d'Adnet*. Ce marbre madréporique présente un fond rouge, dans lequel sont disséminés un grand nombre de petits polypiers blancs. Il atteint le prix le plus élevé ; à Salzbourg il se vend 16 fr. le pied cube. Le prix des autres marbres varie de 5 à 12 fr. Le pied carré poli, en tranches de 1 à 4 pouces d'épaisseur, varie d'ailleurs de 8 à 16 fr.

Le *marbre d'Untersberg* peut être blanchâtre, jaune ou rougeâtre ; c'est celui dont le prix est le moins élevé, et comme il résiste très-bien à l'action de l'air, on en fait souvent usage à Vienne pour les constructions.

### SUÈDE ET NORWÉGE.

La Suède et la Norwége exploitent très-peu de marbres.

M. Holst (n° 59). — M. Holst avait exposé du *marbre blanc*, provenant de Carlsœ (île de Charles), près de Tromsoe, dans le Finmark norwégien. Ce marbre a une belle couleur blanche et un grain fin comme le carrare. Il pourrait être employé dans l'architecture, peut-être même dans la sculpture, s'il se trouve en blocs de dimensions suffisantes ; toutefois, celui qui était exposé, avait seulement $0^m,70$ de longueur, et, jusqu'à présent, on n'a pas exploité de marbre statuaire en Norwége.

M. Lévin (n° 511). — M. Lévin exploite la carrière de *marbre de Kolmarden*, près de Norrköping, province d'Ostrogothie. Ce marbre est une espèce de *cipolin*, formé par un calcaire blanc saccharoïde, qui est le plus souvent complétement pénétré par du mica vert et par une substance serpentineuse vert olive, ou quelquefois vert jaunâtre. Il

renferme aussi du feldspath et du pyroxène. La proportion des silicates mélangés est généralement plus grande que celle du calcaire.

Il se laisse facilement travailler sur le tour comme la pierre ollaire, et on en confectionne de petits objets, tels que boîtes, vases, mortiers, pilons, presse-papiers.

Sa couleur est verte, d'une nuance grise peu agréable. Il reste toujours terne et il prend mal le poli.

Les ouvriers employés par M. Lévin reçoivent de 1 fr. à 2 fr. 75 au maximum. La valeur des produits fabriqués est seulement de 10,000 fr. par an.

M. Osterholm (n° 336). — M. Osterholm exploite un *marbre de la province de Roslagen* qui, comme le précédent, est une espèce de *cipolin*. C'est un calcaire saccharoïde, de couleur blanche ou rougeâtre, parsemée de taches vertes, produites par une substance serpentineuse. Du mica et divers minéraux y sont aussi disséminés. Il se laisse facilement travailler sur le tour, mais il prend mal le poli dans les parties vertes. Parmi les produits exposés par M. Osterholm, il y avait une urne allongée qui était faite avec ce marbre : elle était assez remarquable.

M. Hoffman (n° 25). M. Hoffmann avait présenté une collection de *marbres de Suède :*

*Marbre veiné* de vert et de noir, de Kolmarden près de Norrköping.
*Id.* de Norrtelje.
*Id.* *noir* de Norrtelje.
*Id.* *rougeâtre* de Gottland.
*Id.* *blanc* de Nora.

Ces trois derniers marbres ont été découverts récemment.

On estime, à Stockholm, que le pied cube suédois de marbre taillé et poli, sans moulures, revient à 6 riksdalers. Son prix n'est guère que le tiers du prix du granite poli.

### ROYAUME-UNI.

Le Royaume-Uni, qui renferme tant de richesses minérales, est, par une anomalie bizarre, assez pauvre en mar-

bres. Cependant on en exploite quelques-uns à Plymouth dans le Devonshire, dans le Derbyshire, dans les îles de Man et de Purbeck, ainsi que dans les Hébrides. Il y en a surtout plusieurs en Irlande, notamment un marbre blanc semblable au Paros, provenant de Dunlavey, dans le comté de Donegal; divers marbres se trouvent aussi à Cork, à Galway et à Connemara.

Ce dernier marbre seul avait été envoyé à l'Exposition, et, comme c'est le plus remarquable du Royaume-Uni, il convient de nous en occuper spécialement.

M. Costello (J.) (n° 41). — M. Costello exploite à Connemara, à 30 milles de Galway, en Irlande, un *marbre cipolin* qui a une très-belle couleur verte. Ce marbre est formé par un calcaire blanc saccharoïde, dans lequel du mica généralement vert et quelquefois rougeâtre s'est développé en nodules ou bien suivant des veines onduleuses; il est de plus intimement pénétré par une espèce de serpentine ou plutôt de pyrosklérite à éclat cireux, dont la couleur varie du vert pistache au vert jaunâtre et au jaune-serin. Le marbre de Connemara est assez différent de tous ceux qu'on exploite en Europe, mais la collection de l'Inde nous montre des échantillons de marbres à peu près semblables, qui sont remarquables par leur belle couleur jaune verdâtre. Le sciage et le polissage du marbre de Connemara se font dans une usine établie à Galway. Il est possible d'en exploiter des blocs ayant 2 mètres de longueur. Une cheminée et des tables de toilette, envoyées à l'Exposition, laissaient, il est vrai, à désirer pour le travail et pour le poli, mais le marbre lui-même était extrêmement beau. Il avait d'ailleurs servi à décorer des meubles très-élégants qui étaient exposés par des fabricants anglais et destinés à Sa Majesté la Reine d'Angleterre. Le prix de revient du mètre cube brut, rendu dans un port de France, serait inférieur à 1,000 fr.; en ce moment, les débouchés du marbre de Connemara sont surtout en Angleterre, notamment à Londres, à Liverpool et à Glascow.

M. Hall (n° 1649). — Le *marbre noir* du Derby prend bien le poli et se laisse facilement travailler en objets d'ornements. M. Hall en avait exposé une belle collection qui présente des encriers, des vases, des candélabres. Plusieurs de ces objets étaient des mosaïques incrustées de différents minéraux et notamment de chaux fluatée.

### COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

Commission géologique du Canada (n° 8). — Le savant président de la Commission géologique, M. Logan, avait exposé une collection très-remarquable des *marbres du Canada.*

Le plus curieux est un *marbre serpentineux* de Greenville. Il est formé de chaux carbonatée blanche cristalline associée à de la serpentine verte plus ou moins foncée. Cette serpentine avait d'abord été regardée comme une espèce minérale nouvelle, à laquelle Thompson a donné le nom de retinalite, mais M. Hunt a reconnu que la retinalite n'est qu'une serpentine ordinaire. Le marbre serpentineux de Greenville peut être exploité en grands blocs. Il est d'autant plus serpentineux qu'il est plus rapproché d'un dyke de trapp.

— Le *marbre de Dudswell* est blanc jaunâtre, traversé par des veines jaune d'ocre. Il est aussi jaune, gris et noir. Son âge est celui du calcaire du Niagara ; il contient des polypiers et des fossiles du terrain silurien supérieur.

— Le *marbre de Missisquoibay* est noir, avec taches blanches et veines grises. Il correspond au groupe de Trenton (silurien inférieur). Son exploitation vient d'être abandonnée, par suite de la concurrence que lui fait la carrière de Glœns fall's, aux États-Unis.

— Le *marbre de Saint-Lin* a une couleur brun marron un peu terne. Il contient des polypiers et des atrypa. Son âge est celui du calcaire de Chasy (silurien inférieur).

— Bien que le Canada soit un pays nouveau, les richesses minérales que son sol renferme, sont déjà beaucoup mieux connues que celles de plusieurs parties de l'Europe. Ces

heureux résultats sont le prix des efforts persévérants de M. Logan, et de la Commission géologique du Canada, qui ont signalé la plupart des gisements de marbre explorés jusqu'à présent ; aussi le Jury n'a-t-il pas hésité à décerner une médaille de 1re classe à M. Logan et à la Commission géologique du Canada.

M. Brown (n° 223). — M. Brown, de Rice-Lake, avait exposé un *marbre blanc* très-cristallin, qui pourrait être employé pour la décoration des appartements, mais qui aurait un grain trop gros pour servir dans la statuaire. Ce marbre appartient au terrain laurentien, qu'on regarde comme le plus ancien des terrains fossilifères connus jusqu'à présent.

M. Cheesman (n° 226). — M. Cheesman avait exposé un *marbre blanc jaunâtre*, appartenant au calcaire de Trenton, et provenant de Saint-Amand (Missisquoibay). Il passe à un calcaire noir comme l'est habituellement celui de Trenton.

M. Keffer (Th. G.) (n° 160). — M. Keffer, de Montréal, avait envoyé un *marbre gris noirâtre* avec taches rouges. C'est du calcaire de Chasy, provenant des carrières de Gaughnawaga. Il est fréquemment employé comme pierre de construction.

MM. Hutchison et Morrison (n° 234). — Un *marbre noir* de Montréal, est lamelleux et assez ordinaire ; il ressemble au calcaire carbonifère. Une grande partie de Montréal est construite avec ce calcaire, qui fournit une bonne pierre de construction et qui appartient au calcaire de Trenton.

M. Mac-Donald (n° 241). — Un *marbre blanc grisâtre* de Chate, est traversé par des veines grises de graphite. Il contient aussi du quartz qui en rendrait le sciage difficile. Ce calcaire n'a été employé jusqu'à présent que comme pierre à chaux et comme pierre à bâtir ; il a servi notamment à construire des docks.

M. Mac-Laughlin (D.) (n° 242). — Un *marbre blanc grisâtre*, lamelleux, est traversé par des veines très-ondulées de plombagine ; il contient aussi des cristaux noir d'amphi-

bole. Ce marbre est d'un effet assez agréable. Il se trouve en quantité considérable à Arnprior, et il appartient au terrain laurentien de M. Logan.

M. Dikson (n° 16). — Un *marbre brun* de Packenham. L'exploitation de ce marbre a été abandonnée parce qu'il est un peu cassant, et qu'il contient des veines siliceuses.

### INDE ANGLAISE.

Compagnie des Indes (n° 113). — L'Inde nous offre plusieurs marbres qui méritent d'être signalés, notamment les *marbres statuaires* des environs de Delhi, de Gya, de Jyepore, de Joudpore, du district de Jinnevelly, du territoire de Nerboudda.

Ces marbres sont travaillés, et même d'une manière remarquable ; les Indiens en font des statuettes, des idoles ; ils en font aussi, sur le tour, des assiettes et divers ustensiles de ménage. Plusieurs de ces objets, qui étaient en *marbre rose* saccharoïde, avaient été envoyés par le Rajah de Jyepore (n° 5528).

Signalons encore :

Le *marbre blanc veiné* de gris de Madras (n° 117).

Le *marbre gris veiné* de noir d'Assam (n° 6988).

La *lumachelle* grise, avec taches brunes, d'Assam (n° 6905).

Le *marbre noir* de Durha dans l'Inde-Bengale (n° 7121).

*Marbre de Bellary* (n$^{os}$ 17 et 18). — Le comité de Bellary avait envoyé un marbre d'une couleur jaune serin ou jaune de crême (*cream yellow*), qui présente certaines variétés tirant tantôt sur le blanc et tantôt sur le vert pomme.

J'ai fait avec M. Brivet un essai de ce *marbre de Bellary*. Il est extrêmement compacte, à cassure esquilleuse et lustrée, à grain indiscernable; il prend bien le poli et il a un éclat un peu gras; calciné au rouge il perd seulement quelques millièmes d'eau hygrométrique.

Traité par l'acide chlorhydrique il fait une effervescence lente et il laisse un résidu de même volume formé par un

hydrosilicate de magnésie, qui est mélangé de la manière la plus intime avec la chaux carbonatée. Cet hydrosilicate s'attaque incomplétement par l'acide chlorhydrique, et dans l'échantillon analysé, le résidu insoluble dans l'acide était le tiers du poids du marbre. Il contient une trace de chrome auquel il doit sans doute sa belle couleur vert tendre. Au chalumeau il se fritte sur les bords lorsqu'il est en esquille mince.

L'analyse d'un échantillon du marbre de Bellary, qui avait une belle couleur jaune verdâtre, a donné :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux carbonatée. . . . . | | 52,84 |
| Silice. . . . . | 14,75 | 44,85 |
| Alumine et trace d'oxyde de fer. | 6,75 | |
| Magnésie. . . . . | 17,24 | |
| Eau. . . . . | 6,11 | |
| | | 97,69 |

L'hydrosilicate de magnésie qui, dans le marbre de Bellary, est mélangé à la chaux carbonatée, fond au chalumeau et contient de l'alumine ; ce n'est donc pas de la serpentine, mais vraisemblablement une espèce de pyrosklerite comme celle qu'on trouve dans le calcaire saccharoïde des Vosges [1].

Le marbre de Bellary a des couleurs extrêmement agréables, et il y aurait de l'intérêt à rechercher s'il se présente en blocs assez gros pour être exploité. Il ressemble au marbre jaune-serin qu'on trouve en Suède, et surtout à celui de Connemara, en Irlande.

### NOUVELLE-GALLES DU SUD ET TERRE DE VAN DIÉMEN.

La Nouvelle-Galles du Sud possède quelques marbres assez curieux.

— A Vale Creek, près Bathurst, il existe un *marbre blanc*

[1] Annales de Chimie, 3e série, t. XXXII, p. 369.

qui pourrait servir de marbre *statuaire* et qui a été découvert par M. Clarke.

Sur les bords de l'Abercrombie, également près de Bathurst, M. Saul Samuel a trouvé un *marbre blanc*, saccharoïde, avec veines jaunes. A Emu Swamp, un *marbre grisâtre*, est veiné de noir par du graphite.

— A Parrian Bellan, M. Patten a exploité un *marbre tricolore*, à couleurs assez vives. Ses couleurs sont le rouge, le blanc, le vert. Il est formé par un calcaire saccharoïde blanc passant au rouge vif, au rouge marron, au rouge violacé. Des grains de quartz y sont disséminés, et il est pénétré par un pétrosilex vert serpentineux. Dans la même localité, il existe aussi des marbres blancs veinés de jaune.

— M. le capitaine O'Connel a envoyé de Port-Curtis (latitude 24°) un échantillon de *marbre grisâtre*, nuancé de jaune, qui provient de Gladstone (Port-Curtis).

— M. James Boyd, esq. (J.-P.), commandant civil de Port-Arthur, a envoyé une *lumachelle* gris-brunâtre, contenant de nombreux débris d'entroques; ce marbre, provenant de l'île Maria, près la terre de Van Diémen, est de qualité très-inférieure.

— Les carrières de marbre de Parrian Bellan, dans le comté d'Argyle, ont été exploitées activement de 1830 à 1845, mais maintenant elles sont presque complétement abandonnées. Elles se trouvent d'ailleurs à une quarantaine de lieues de Sydney, au milieu d'un pays qui manque de voies de communication.

Ajoutons que depuis la découverte de l'or, la main-d'œuvre a atteint un prix très-élevé; aussi est-il plus économique de faire venir à Sydney les marbres travaillés en Europe, malgré les frais auxquels donne lieu l'énorme distance qu'ils ont à franchir.

Les marbres de la France et de l'Italie pourraient donc trouver des débouchés jusque dans les colonies de Victoria et de la Nouvelle-Galles du Sud, qui sont si riches, malgré leur origine récente, et qui font dans le luxe les progrès les

plus rapides. Il importe de signaler ce fait à l'industrie des marbres en Europe.

### JAMAÏQUE.

Il existe quelques *marbres* à la *Jamaïque.* Ces marbres sont exploités et travaillés par les prisonniers du Pénitencier de la colonie.

Pénitencier (n° 15). — Le *marbre d'Harbourhead* est le plus remarquable. C'est un calcaire qui est compacte, comme la pierre lithographique, mais qui prend bien le poli : de plus, il réunit trois couleurs vives et d'un effet très-agréable, le jaune rougeâtre, le noir et le blanc.

— D'autres *marbres* compactes, ayant l'une seulement de ces trois couleurs, avaient été exposés ; ils provenaient de Long-Mountain, près de *Kingston ;* ils appartenaient sans doute au même terrain :

Ceux qui étaient jaunes avaient une couleur variant du jaune brunâtre au jaune rougeâtre.

L'un d'eux était très-compacte, non cristallin et d'un blanc de lait; il était exposé par l'honorable Ed. Chitty (n° 4).

Enfin un marbre compacte, entièrement noir, nuancé de brun, avait été exposé par M. L. R. Valpy (n° 1).

— A Sainte-Catherine, dans le Middlesex, il existe un marbre légèrement saccharoïde, de couleur blanc jaunâtre, traversée par des veines noirâtres; ce marbre diffère complétement des précédents, car sa structure est légèrement cristalline, et il appartient aux roches métamorphiques.

### EMPIRE OTTOMAN.

Le gouvernement turc avait envoyé une trentaine d'échantillons de *marbres*, provenant de différents points de l'*Empire Ottoman.*

*Albâtre algérien.* — Nous signalerons, d'une manière toute spéciale, un *albâtre algérien* qui se trouve à Tokat dans l'Asie Mineure. Il était travaillé sous formes de sébilles,

de boîtes, de chapelets, de colliers, de plaquettes d'ornement. Toutes les variétés de l'albâtre de l'Ysser étaient représentées depuis celle qui est blanche et transparente, jusqu'à celle qui est vert émeraude ; certains échantillons étaient aussi traversés par des veines jaune brunâtre. Cet *albâtre algérien* de Tokat est donc absolument identique à celui de l'Algérie. En Turquie on le désigne sous le nom de *balgami*. Il n'est d'ailleurs pas exploité régulièrement.

— Il y avait en outre de l'*albâtre* ordinaire, jaune de miel, qui provenait de Césarée.

*Marbres.* — Mentionnons encore différents marbres :

Un *marbre blanc*, cristallin, translucide, à veines un peu grisâtres, pouvant servir de marbre statuaire, qui vient d'Andrinople ;

Un *marbre blanc grisâtre* de l'île de Marmara ;

Un *marbre* blanc ou blanc brunâtre, veiné de noir, de *Banderma*, province de Brousse ;

Un *marbre* rose rougeâtre d'*Aïntab*, en Syrie ;

Un *marbre* jaune d'*Alep*, nommé *kutchuksari-tach* ;

Un *marbre* rouge jaunâtre ou brun rougeâtre, veiné de noir, nommé *saumaki* (granite), de *Capoudagh* (Roumélie) ;

Un *marbre* blanc veiné de jaune, nommé également *saumaki*, et provenant de l'*île des Princes* (Eibeli) ;

Un *marbre* brèche de couleurs variées, mais assez ternes, de *Mouhalitch* (Brousse) ;

Plusieurs *marbres* bruns, brun-rougeâtres, verdâtres ou noirâtres de *Fenerbaetché*.

Cette collection ne donnait qu'une idée très-imparfaite des riches gisements de marbre de l'Empire Ottoman. On sait, en effet, que la mer de Marmara doit son nom à la grande quantité de marbres (marmora) que renferment ses îles. Les Romains tiraient aussi une grande partie de leurs marbres de l'Orient, et notamment de l'Asie Mineure, où Louis XIV en fit encore exploiter pour la décoration de Versailles.

— J. Chamli de Deir-el-Camar, dans la province Saïda, avait exposé un calcaire de couleur blanchâtre ou rougeâtre.

Ce calcaire est compacte comme la pierre lithographique et il reste terne lorsqu'il est poli ; il n'aurait donc pas de valeur comme marbre.

— Enfin, parmi les produits de Jérusalem, il y avait une grande variété d'objets tournés et sculptés tels que chandeliers, tasses, manches de couteaux, etc. Ils sont faits avec un calcaire compacte, dit *pierre de Jérusalem*, qui se laisse très-facilement découper, et qui est tantôt noir, tantôt gris rougeâtre.

Il existe au Musée du Louvre un sarcophage rapporté par M. de Saulcy, qui provient du tombeau des rois à Jérusalem. Le calcaire qui forme ce sarcophage ressemble assez à celui duquel nous venons de parler ; il est gris brunâtre et compacte, comme la pierre lithographique ; il ne prend pas un beau poli, mais il se laisse sculpter avec une grande facilité.

## ÉGYPTE.

S. H. LE VICE-ROI (n° 1).

*Albâtre.* — D'après des renseignements que nous devons à M. Jomard, on exploite dans deux localités de l'Égypte l'albâtre qui sous le nom d'*albâtre oriental* était si célèbre dans l'antiquité.

La première carrière est en face de Beni-Souef, à 25 lieues au midi du Caire ; elle a été exploitée par les Égyptiens, et plus tard par les Romains. Le vice-roi Méhémet-Ali en avait fait reprendre l'exploitation et il en a extrait l'albâtre qui décore la mosquée de la citadelle du Caire. Il en a extrait également les belles colonnes monolithes, qu'il a offertes au Saint Père et qui se trouvent maintenant à Rome dans l'église Saint-Paul hors des murs.

La deuxième carrière d'albâtre est au delà de Syout. Elle a été récemment découverte par Sélim-Pacha, auquel le vice-roi l'a concédée. L'albâtre de Syout se distingue de celui de Beni-Souef par une couleur jaune légèrement grisâtre ; ses veines y produisent aussi des ondulations nuageuses et arrondies d'un effet assez heureux.

L'albâtre de l'Égypte est un calcaire concrétionné, formé à la manière des stalagmites qu'on trouve dans les grottes. Il présente des veines concentriques qui sont tantôt translucides et tantôt opaques. Sa couleur varie du blanc au jaune de miel et au brun clair. Les Romains estimaient surtout les variétés opaques, à concrétions arrondies; ils leur donnaient le nom d'*albâtre onyx*.

L'albâtre oriental a été exploité dès l'époque la plus reculée, comme le démontre la statue de Rhamsès, l'un des premiers rois d'Égypte, qui se trouve au musée du Louvre. C'est d'ailleurs la seule roche employée dans la décoration par les anciens Égyptiens, qui soit encore exploitée maintenant; on en fait des tables, des candélabres, des coupes et divers objets d'ornements; plusieurs de ces objets avaient été envoyés à l'Exposition, où ils avaient le privilége d'attirer d'une manière spéciale l'attention des visiteurs.

## MEXIQUE.

Départements de Puebla et de Mexico (nos 8 et 10).

*Albâtre algérien.* — Il existe au Mexique plusieurs gisements d'un albâtre identique à l'*albâtre algérien*. La ressemblance est même si grande qu'il serait impossible de distinguer les échantillons des deux provenances, s'ils étaient mélangés. L'*albâtre algérien* du Mexique peut, dans certains cas, être blanc pur et d'une transparence parfaite; mais le plus généralement il présente des zones d'un blanc de lait. Quelquefois il est blanc verdâtre ou vert clair; c'est ce qui a lieu notamment pour celui de Piatzla, commune d'Acatlan. La plupart des échantillons envoyés provenaient de Tekali dans le département de la Puebla; ils étaient blancs, à zones ondulées et parallèles; ils offraient çà et là des taches jaunes ou rouges.

Cet albâtre a été exploité au Mexique, mais d'une manière très-irrégulière; il revient d'ailleurs à un prix très-élevé, surtout celui qui a la couleur verte. On s'en est servi pour

décorer la cathédrale de Puebla. On l'emploie également pour de petits objets d'ornements, notamment pour encadrer des miniatures.

Il serait à désirer qu'on fît quelques recherches sur son mode de gisement, afin de reconnaître s'il est le même qu'en Algérie.

L'*albâtre algérien* est l'un des plus beaux marbres qui aient été exploités, et il est assurément très-bizarre que ses gisements soient restés à peu près inconnus jusque dans ces dernières années. On a pu voir en parcourant ce rapport que les collections de marbres envoyées à l'Exposition Universelle démontrent l'existence de gîtes exploitables d'*albâtre algérien* non pas seulement en Algérie, comme on le croyait jusque dans ces derniers temps, mais encore en Espagne, dans l'Asie Mineure et même au Mexique (p. 155, 191 et 211). L'*albâtre algérien* se trouve donc dans les quatre parties du monde, et comme les carrières de l'Algérie sont inépuisables, il sera facile de l'obtenir en quantité suffisante pour tous les besoins de la consommation.

*Marbre rouge.* — A Hueyotlipan, village de Saint-Thomas, arrondissement de Tekali, se trouve un *marbre* qui est compacte comme la pierre lithographique et qui a le plus souvent une couleur *rouge*. Il passe à des marbres brunâtres, jaunâtres ou grisâtres. On y observe aussi des veines fines et ondulées. Un des échantillons exposés rappelait le rouge antique. Il parait que ce marbre a été employé à Mexico pour décorer les églises Santa-Theresa et San-Felippe-de-Jesus.

### URUGUAY.

La collection minéralogique de la République orientale de l'Uruguay, envoyée par M. Bazergue, montrait plusieurs échantillons des *marbres de Montevideo*.

Il y avait du marbre blanc saccharoïde assez pur, du marbre blanc ou rose veiné, des marbres noirs, unis ou veinés, des marbres rouge marron à veines blanches.

### INDES NÉERLANDAISES. — Sumatra.

Parmi les *marbres de Sumatra* nous signalerons un marbre noir ou gris noirâtre. Il est traversé par des veines blanches de chaux carbonatée, qui est quelquefois jaunâtre et ferrifère.

Il y avait aussi un marbre blanc grisâtre et un autre gris brunâtre qui étaient formés par du calcaire saccharoïde. Tous ces marbres ont des couleurs ternes et leur travail laisse beaucoup à désirer.

### CHINE.

Les Chinois emploient souvent diverses substances minérales pour en faire des statuettes et de petits objets d'ornements; autant qu'on en peut juger par les produits que nous recevons en Europe, ils se servent de l'amphibole blanche et compacte qu'on désigne sous le nom de jade; ils se servent aussi de la néphrite, de la pierre de lard, du schiste argileux, etc.

Parmi les objets exposés qui provenaient de la Chine, il n'y avait qu'un seul marbre; il formait le dessus d'une table en bois de fer. Ce marbre, de couleur assez terne, était brun rougeâtre ou violacé, à structure bréchiforme. Il était traversé par des veines nombreuses et irrégulières de chaux carbonatée blanche. Le même marbre existe dans une collection de *marbres de Chine* qui se trouve au Muséum de Paris; on y voit aussi un *bleu turquin* et un *marbre blanc.*

## PIERRES CALCAIRES.

Il n'existe pas de limite tranchée entre les marbres et les pierres calcaires, car leur composition minéralogique est la même, et, dans les pays où il est abondant, le marbre s'emploie pour la construction comme si c'était du calcaire

ordinaire. De plus, un calcaire compacte prend toujours plus ou moins le poli; or lorsqu'on le considère brut, c'est une pierre calcaire ; lorsque, au contraire, on le considère poli, c'est un marbre.

Les pierres calcaires sont les matériaux les plus habituels de construction. Quand elles se trouvent dans un pays, il est rare qu'on ait recours à d'autres matériaux. Lorsque cela a lieu, c'est seulement pour certaines parties des édifices ou pour des constructions spéciales destinées à une longue durée.

Le petit nombre de pierres calcaires envoyées à l'Exposition Universelle, ne donnait qu'une idée très-imparfaite du rôle extrêmement important qu'elles jouent dans les constructions. Si nous prenons Paris comme exemple, la pierre calcaire y est d'un usage presque constant; l'emploi de la meulière et surtout celui du grès ou du granite, y est relativement très-limité. Les pierres calcaires qui servent aux constructions de Paris proviennent du département de la Seine et d'autres départements, dont quelques-uns sont assez éloignés. Autrefois le calcaire grossier était presque exclusivement employé, mais maintenant son exploitation est beaucoup moins active; pour le département de la Seine, elle se fait surtout dans les communes de Bagneux, de Châtillon, de Clamart, de Vitry, d'Arcueil, de Villejuif, de Nanterre, de Gentilly.

Le perfectionnement des voies de communication, l'extension des canaux et des chemins de fer permettent maintenant de faire venir des pierres calcaires appartenant au terrain jurassique, qui sont de meilleure qualité et qui s'exploitent à une assez grande distance, comme celles de Châtillon-sur-Seine, de Commercy, de la Ferté-Milon, de Clamecy. Beaucoup de pierres calcaires viennent aussi des départements de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise [1]. Comme point

[1] Pour renseignements sur les matériaux de construction employés à Paris, voir le rapport de M. *Belgrand* sur le mémoire de M. *Michelot* (Annales des Ponts et Chaussées, t. X, 1855).

de comparaison, nous donnons ici les prix moyens du mètre cube rendu sur le chantier, pour les principales pierres calcaires employées à Paris en 1855.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département de la Seine. | Calcaire grossier. | Lambourde. | 28f | à | 40f |
| | | Banc royal. | 40 | à | 55 |
| | | Banc franc. | 50 | | |
| | | Roche. . . . | 50 | à | 65 |
| La Ferté-Milon et Mareuil-sur-Ourcq. . . . . | | | 50 | à | 55 |
| Valangoujard et St-Nom. . . . . | | | 55 | à | 65 |
| Commercy et Clamecy. . . . . | | | 60 | à | 70 |
| Soissons et Crouy. . . . . | | | 58 | à | 75 |
| Laversine. . . . . | | | 65 | à | 85 |
| Châtillon (Côte-d'or). . . . . | | | 70 | à | 80 |

Nous allons maintenant passer rapidement en revue le petit nombre de *pierres calcaires* envoyées à l'Exposition.

### FRANCE.

Desauges (n° 4370). — M. Desauges exploite les importantes carrières de *pierre de Tonnerre*, dans le département de l'Yonne[1]. Ces carrières, ouvertes en 1824, lors des travaux du canal de Bourgogne, se trouvent à 10 kilomètres de Tonnerre, près des communes de Pacy et de Lezinnes. Sept usines hydrauliques pour le sciage de la pierre de Tonnerre ont été établies sur l'Armançon, et à proximité des carrières : elles sont à Lezinnes, Pacy, Ancy-le-Libre, Angentenay, Argenteuil, Charrey et Fulvy : elles font mouvoir 24 châssis ayant chacun 24 lames. On scie également les pierres dures dans ces usines ; ainsi celles qui appartiennent à M. Desauges opèrent en ce moment le sciage du granite d'Algaïola (Corse) destiné au dallage du nouveau Louvre. Dans le département de l'Yonne, le prix du sciage du mètre superficiel est seulement de 75 francs pour le granite, et il s'élevait à environ 100 francs pour le grès

[1] Explication de la carte géologique de France, t. II, p. 527.

rouge de Finlande qui a été employé au tombeau de l'Empereur.

Les carrières de Tonnerre occupent 200 ouvriers et un assez grand nombre de chevaux pour les transports ; les usines occupent à peu près le même nombre d'ouvriers que les carrières. On exploite annuellement 3,500 mètres cubes de pierre dont les quatre cinquièmes sont débités par les scieries.

La pierre de Tonnerre appartient au 3e étage jurassique ; c'est un calcaire très-compacte, homogène, de couleur blanche jaunâtre ou grisâtre. Elle se laisse scier facilement et elle s'emploie surtout pour carreaux ou pour dalles. Le liais des environs de Paris sert bien aux mêmes usages, mais il est exploité et scié d'une manière moins économique ; de plus les carrières desquelles on l'extrait sont pour la plus grande partie épuisées. Dans le carrelage, on associe souvent la pierre de Tonnerre au marbre noir de Belgique, de manière à produire des mosaïques à formes géométriques, de couleurs blanche et noire. Un carrelage en mosaïque, fait par M. Desauges sous l'un des vestibules du Palais de l'Industrie, a bien résisté aux nombreux visiteurs qui l'ont foulé ; l'usure était cependant plus grande pour la pierre de Tonnerre que pour le marbre noir, qui est resté un peu en saillie. Le prix du mètre superficiel carrelé varie avec les dimensions des carreaux ; à Paris il est compris entre 8 fr. 50 et 12 fr. 50 c.

La pierre de Tonnerre s'emploie beaucoup pour marches d'escalier et le prix du mètre courant varie de 9 à 15 francs.

Indépendamment des usages qui viennent d'être mentionnés, elle sert à faire les filtres les plus habituellement employés à Paris, à étamer les glaces, à imposer dans l'imprimerie, à corroyer dans la tannerie.

Depuis quatre années, elle sert même à faire des mangeoires pour les chevaux. Cette innovation a donné de bons résultats, et dès à présent M. le maréchal Vaillant, Ministre

de la Guerre l'a introduite dans plusieurs casernes de Paris et des environs.

Enfin, la pierre de Tonnerre est encore très-propre à l'architecture et surtout à la sculpture, car elle se laisse facilement découper en ornements très-délicats.

On en fait un grand usage à Paris, mais elle s'expédie aussi dans toute la France, notamment à Lyon, à Bordeaux, à Nantes, au Havre. Elle s'exporte même en Angleterre, en Belgique et aux États-Unis d'Amérique.

M. Gates (n° 4288). — Il existe aux environs de Caen une pierre à bâtir connue sous le nom de *pierre de Caen*, dont la réputation est séculaire et que l'on emploie beaucoup, soit en France, soit en Angleterre. Elle appartient à la grande oolite jurassique, de même que la pierre de Bath, en Wiltshire. Elle résiste bien à l'altération de l'air; de plus sa couleur est uniforme, son grain est très-fin, et elle se prête admirablement à la sculpture la plus délicate. Aussi l'a-t-on recherchée pour la construction des églises gothiques en Angleterre et dans la Normandie. On commence même à l'exporter aux États-Unis, et l'église Saint-Georges à New-York a été construite en pierre d'Allemagne.

La *pierre de Caen* s'exploite à Caen, à Allemagne, à la Maladrerie et à Quilly. La variété vendue comme *pierre d'Aubigny* provient de Villers-Canivet, d'Aubigny et de Cauvicourt : c'est la plus estimée. Les carrières d'Amblie, de Fontaine-Henri, de Ranville et de Fontenay-le-Pesnel, donnent des pierres qui s'emploient beaucoup dans le pays, surtout pour les constructions hydrauliques; mais elles ne sont pas exportées[1].

On a fait en Angleterre de nombreuses expériences sur

[1] *Dufrénoy* et *E. de Beaumont*, Explication de la carte de France, t. II, p. 183. — *Gourlier*, Rapport sur les matériaux de construction fait à la commission française du Jury international de l'Exposition de Londres, p. 59. — *Ansted*, Report, p. 665.

Notes de M. *J. Morière*.

la pierre de Caen, et le professeur R. Philipps a déterminé sa composition chimique, qui est la suivante :

| | Carbonate de chaux. | Argile et sable. |
|---|---|---|
| Aubigny | 97,60 | 1,70 |
| La Maladrerie | 88,15 | 9,02 |
| Banc de quatre pieds | 86,90 | 12,70 |
| Gros banc | 86,50 | 13,50 |
| Franc banc | 82,50 | 17,50 |

ierre d'Aubigny, qui est la plus estimée, est aussi celle qui est la plus pure ; elle renferme moins de 2 pour 100 de sable et d'argile, tandis que le Franc banc en renferme près du cinquième de son poids.

M. Smith a constaté que cette pierre d'Aubigny absorbe à peu près trois fois moins d'eau que le Franc banc, et M. Georges Godwin a reconnu de plus que sa résistance à l'écrasement est quintuple.

—M. Gates était le seul exposant qui représentât la *pierre de Caen*. Son exploitation occupe 30 ouvriers, qui reçoivent de 2 fr. 50 à 3 fr. 50 par jour.

Les variétés de pierre de Caen qu'il avait exposées provenaient des carrières d'Aubigny, d'Allemagne, de Cauvicourt, d'Aucrais, de Fontenay et de Ranville. Voici quels sont les prix de ces pierres rendues à Caen :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Aubigny | 60f | à | 70f |
| Cauvicourt et Aucrais | 40 | à | 50 |
| Fontenay-le-Pesnel | 20 | à | 25 |
| Ranville, Allemagne | 18 | à | 23 |

La pierre d'Aubigny et la pierre d'Allemagne se laissent surtout scier et sculpter très-facilement.

La pierre de Ranville revient à un prix très-peu élevé et elle est spécialement recherchée pour les constructions qui sont exposées à l'humidité.

M. Poggi (n° 189). — M. Poggi (Fr.) avait envoyé un calcaire très-compacte, qui est même une véritable pierre lithographique appartenant au terrain jurassique supé-

rieur. Ce *calcaire* s'exploite à *Murchamp*, département de l'Ain, et il est très-propre à la fabrication des carreaux pour le dallage.

M. Eugène (n° 4300). — Des carreaux formés également par un calcaire compacte grisâtre ont aussi été exposés par M. Eugène (Jean) : ce *calcaire* provient du terrain jurassique de *Sainte-Soulle*, près la Rochelle (Charente-Inférieure).

M. Noel (n° 4437). — M. Noël avait exposé une collection nombreuse de filtres en pierre calcaire. Ces filtres sont formés par un calcaire grossier, arénacé et très-poreux, appartenant au calcaire à milliolithes qui s'exploite à Saint-Leu et qui est connu sous le nom de *vergelé*. Lorsqu'une eau bourbeuse est jetée dans un vase de ce calcaire, elle filtre à travers ses pores et elle en sort immédiatement limpide. M. Noël propose d'employer ce *vergelé* à la confection de filtres portatifs : pour cela, il l'évide sur le tour de manière à lui donner la forme d'une bouteille ; il suffit alors de plonger la partie inférieure de cette bouteille dans une eau bourbeuse pour qu'elle se remplisse rapidement d'eau claire.

M. Champonnois (n° 4463). — M. Champonnois, architecte à Beaune, a inventé une machine très-ingénieuse pour forer des *tuyaux en pierre calcaire*.

Cette machine est d'une découverte récente, car elle n'a été installée que vers le mois de septembre 1854. Ne pouvant en donner une description complète sans une figure, nous dirons seulement que la pierre calcaire qu'il s'agit de forer reçoit, au moyen d'engrenages, un mouvement de rotation au-dessus d'un ciseau triangulaire fixe, sur la pointe duquel elle porte. A mesure que la pierre s'évide à l'intérieur, elle descend sur le ciseau, et le forage continue de lui-même. Il a lieu à la fois dans cinq tuyaux et il se fait avec beaucoup de netteté et de facilité. Le mouvement peut être donné à bras d'hommes ou mieux par un cheval, par une roue hydraulique, par une machine à va-

peur. Le calcaire à entroques, qui est bien cristallin et bien résistant, est très-propre à la fabrication de ces tuyaux en pierre. Ils peuvent servir à faire des conduites d'eau et de gaz.

Leur prix de revient est beaucoup moins élevé que celui des tuyaux en fonte, comme on peut le voir par ce tableau :

| Diamètre intérieur du tuyau. | 0m068 | 0m108 | 0m162 | 0m216 | 0m270 | 0m350 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Prix du mètre courant en pierre calcaire. . . . . | 4f | 5f 50c | 10f 00c | 14f 00c | 19f 00c | 29f 00c |
| Prix du mètre courant en fonte. . . . . | 7f | 11 20 | 20 55 | 26 00 | 37 00 | 51 00 |

Pour un diamètre intérieur de 0m,10 à 0m,16, le prix du tuyau en pierre n'est que moitié de celui du tuyau en fonte.

Les tuyaux en pierre s'emboîtent l'un dans l'autre, et on les réunit en garnissant leurs joints avec du ciment hydraulique. Ils présentent quelques avantages ; car, indépendamment de ce que leur prix est moins élevé que celui des tuyaux de fonte, ils résistent à une pression presque égale, et de plus ils ne s'engorgent pas par des incrustations de carbonate de chaux. Comme ils ont une section quadrangulaire, ils sont d'ailleurs plus faciles à poser que les tuyaux ronds en fonte ou en terre cuite.

Toutefois, jusqu'à présent, les tuyaux en pierre ont été peu employés ; ils ont un poids considérable, et, par suite, ils sont difficiles à transporter et à manœuvrer. Il est donc nécessaire d'attendre des expériences faites en grand et pendant un temps suffisamment long pour se prononcer sur la valeur réelle des avantages qu'ils présentent [1].

### BELGIQUE.

La *pierre de Soignies* en Belgique, est exploitée sur la plus

[1] Voir, pour le dessin de la machine, Annales des Mines, 5e série, t. VIII, pl. II.

grande échelle et avec toutes les ressources de l'industrie moderne. C'est un calcaire qui appartient au calcaire carbonifère et qui se trouve immédiatement au-dessous du terrain houiller proprement dit. Il a une couleur gris bleuâtre ou noire qu'il doit à une matière charbonneuse. Il est cristallin et presque entièrement formé de débris de crinoïdes ; aussi sa cohésion est-elle très-grande. D'un autre côté, il n'est pas argileux, en sorte qu'il ne s'altère pas lorsqu'il est exposé aux intempéries de l'air ou lorsqu'il est plongé dans l'eau ; il est même recherché spécialement dans toute la Hollande pour les constructions hydrauliques. Ajoutons qu'il se taille facilement, qu'il se prête à la sculpture et que les dimensions des blocs qu'on peut trouver dans les carrières n'ont d'autres limites que les moyens même d'extraction.

Wincqz (n° 336). — M. Wincqz, le principal exploitant des carrières de Soignies, occupe de 400 à 500 ouvriers. La plupart de ces ouvriers sont logés aux carrières, moyennant un loyer mensuel de 5 francs. Leur salaire varie de 1 à 3 francs. Ces carrières, ouvertes en 1740, sont très-heureusement situées; car elles se trouvent à proximité des houillères, et, de plus, un embranchement qui prend naissance dans les carrières mêmes, les met en communication avec le réseau des chemins de fer belges.

L'extraction de la pierre est faite par 2 machines à vapeur, l'une de 8, l'autre de 20 chevaux. Des chemins de fer sont établis sur des plans inclinés et vont jusqu'au fond des carrières ; en sorte qu'en 20 minutes, des blocs de pierre de 40 tonnes peuvent remonter les plans inclinés.

L'extraction des eaux se fait par 3 machines à vapeur, dont une est locomobile ; les deux premières machines ont chacune une force de 12 chevaux, la troisième a une force de 8 chevaux.

Une scierie, mue par des machines à vapeur de la force de 35 chevaux, débite annuellement 1,200 mètres cubes de pierres en tranches. Une nouvelle scierie vient encore d'être construite.

| | | |
|---|---|---|
| Le prix de la pierre brute est, par mètre cube, de | 50f | 00c |
| Pour la taille à la boucharde, par mètre carré, de | 2 | 50 |
| Pour la taille ordinaire au ciseau, *idem*. . . . . | 4 | 50 |
| Pour la taille dite *à la hollandaise*, *idem*. . . . . | 5 | 00 |
| Pour la taille de moulures, *idem*. . . . . | 18 | 00 |

Le prix des tranches varie d'après leur épaisseur, comme l'indique le tableau suivant :

| | |
|---|---|
| Tranche de 0m,02 d'épaisseur par mètre carré. . . . . | 5f |
| — de 0m,05 *idem*. . . . . | 8 |
| — de 0m,10 *idem*. . . . . | 18 |
| — de 0m,15 *idem*. . . . . | 18 |

Les déchets provenant du travail de la pierre de Soignies sont utilement employés pour l'empierrement des chaussées. En outre, elle donne une bonne chaux grasse, très-blanche, qui est recherchée pour les plafonds et qui est aussi très-bonne pour amender les terres. Cette chaux se vend au prix très-réduit de 80 centimes l'hectolitre.

On emploie encore la pierre de Soignies dans les manufactures de glaces, notamment dans celle de Montluçon.

Tout le monde a pu admirer, à l'Exposition, une dalle sculptée gigantesque qui était dressée devant la façade principale du Palais. Elle provenait de Soignies et elle avait 8 mètres de hauteur, 2 mètres de largeur, 30 centimètres d'épaisseur. Il serait possible d'en avoir de plus grandes encore, mais jusqu'à présent les chemins de fer refusent de transporter des blocs de pierre dont le poids dépasse 20 tonnes.

La quantité de pierre extraite des carrières de M. Wincqz a atteint 15,000 mètres cubes, et elle pourrait même s'élever à 25,000. Les débouchés de ces carrières sont la Belgique, la Hollande, les Indes néerlandaises, le nord de la France, l'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis.

Société des cabrières Rombaux (n° 345). — Les carrières Rombaux sont également à Soignies ; elles occupent 400

ouvriers. On y exploite des pierres de taille qui sont livrées tantôt brutes, tantôt sciées; on y fabrique aussi de la chaux pour les plafonds ou pour les engrais.

Le prix de la pierre sur wagon, à la station de Soignies, est de 50 à 65 fr. le mètre cube. Ce prix s'élève cependant jusqu'à 80 fr. pour les pierres de grandes dimensions qui sont employées dans les travaux d'art, notamment dans la construction des ponts.

Les pierres destinées à des marches d'escalier, à des seuils de fenêtres, des chambranles de portes, reviennent même au prix de 80 à 100 fr. le mètre cube, y compris la taille unie.

La quantité de pierres extraites annuellement aux carrières s'est élevée à 6,000 mètres cubes. Ces pierres sont employées pour toutes sortes de constructions, ponts, écluses, monuments funéraires. Leurs débouchés sont la Belgique, la Hollande et ses colonies. Elles se répandent aussi en Allemagne et surtout en France, notamment à Valenciennes, Douai, Arras, Amiens, Lille, Dunkerque, Calais, Roubaix, Cambrai, Chauny, et même Paris. Elles ne peuvent d'ailleurs entrer en France qu'à l'état de pierres taillées et en supportant un droit de 15 p. 0/0; car le droit sur les pierres brutes ou sciées dépasserait la valeur même de la pierre.

### WURTEMBERG.

M. Wagner (n° 72). — M. Wagner a présenté une belle collection des *pierres calcaires du Wurtemberg* qui sont employées dans les constructions. Des expériences précises ont déterminé la densité de plusieurs de ces calcaires et leur résistance à l'écrasement : nous en réunissons les résultats dans le tableau suivant qui fait connaître aussi le prix du pied cube sur la carrière, ainsi que les principaux usages de ces matériaux de construction[1] :

[1] Catalogue descriptif du royaume de Wurtemberg. 1 pied cube de Wurtemberg est 25/37 du pied français. 1 florin vaut à peu près 2 1/7 francs.

| Désignation des calcaires. | Résistance à l'écrasement pour 1 pouce cube. | Densité. | Prix du pied cube dans la carrière. | Usages. |
|---|---|---|---|---|
| | | | k. | |
| Muschelkalk de Friederichsthal. . . . . | 8687 liv. | 2,76 | 12 | Moellons et pavés. |
| Dolomie du muschelkalk de Roltweil. . . . . | . . . . . | 2,26 | 12 | Constructions intérieures. |
| Lias de Vahingen, près Stuttgart. . . . . | . . . . . | 2,74 | 12 | Pavés. |
| Dolomie du Jura blanc d'Urspring près d'Ulm. . | . . . . . | 2,74 | 24 | Constructions. |
| Calcaire saccharoïde du Jura blanc d'Arnegg. . . . . | 6663 liv. | 2,42 | 24 | Pavés, constructions. |
| Oolite jurassique de Schnaitheim, près Heidenheim. . | . . . . . | 2,48 | 24 | Constructions intérieures. |
| Marbre jurassique rouge de Bottingen, près Kirchheim | . . . . . | 2,72 | 48 | |
| Marbre jaune de Bissingen, près de Kirchheim. . . . | . . . . . | 2,72 | 48 | Monuments, constructions de luxe et décorations. |
| Marbre gris d'Ochsenwang, près de Kirchheim. . . . | . . . . . | 2,72 | 48 | |
| Marbre jaune d'Ittenhausen, près de Zwiefalten. . . . | . . . . . | 2,72 | 48 | |
| Oolite jurassique de Baimerstetten, près d'Ulm. . . . | . . . . . | 2,46 | 12 | Moellons, dallages. |
| Calcaire jurassique lithographique de Kolbingen. . . | . . . . . | 2,46 | » | Tables, dallages, plaques polies. |
| Calcaire tertiaire lacustre de Dietingen, près d'Ulm. . | . . . . . | 2,52 | 12 | Moellons. |
| Tuf calcaire de Geisslingen. | 600 à 1000 l. | 1,48 | 12 | Diverses constructions. |
| Tuf calcaire d'Unterturkheim. . . . . | 873 l. | 2,14 | 12 | *Idem.* |

Les dalles de l'oolite de Baimerstetten et de la pierre lithographique de Kolbingen ont 1 à 3 pouces d'épaisseur. Elles se vendent au prix de 9 fr. le pied carré lorsqu'elles sont brutes, et au prix de 42 fr. lorsqu'elles sont polies.

Le tuf calcaire du Wurtemberg est brunâtre, à structure cariée. Au moment où il sort de la carrière, il est très-tendre, et il se laisse même débiter facilement à la scie ordinaire; mais il durcit par l'exposition à l'air. Il est très-recherché pour la construction des voûtes, des tunnels de chemins de fer, pour les clochers et pour les fortifications.

Il ressemble complétement au tuf de la Franche-Comté, et c'est comme lui un dépôt récent, formé par des eaux chargées de carbonate de chaux.

### AUTRICHE.

Société industrielle de Bergame (n° 120). — La Société

industrielle a présenté une collection des *pierres calcaires de Bergame* qui sont employées dans les constructions :

Calcaire pénéen de Cene.

Dolomie triasique du val Camonica ; elle sert à faire de la chaux hydraulique et à peindre les maisons en blanc.

Dolomie jurassique du val Seriana, employée pour chaux hydraulique.

Lias d'Albino.

Calcaire jurassique de Gavarno.

*Maiolica*, calcaire blanc compacte du terrain jurassique supérieur, de Zandobbio. Il peut contenir des lits de silex.

Tuf d'Albino et de Villadadda, provenant de dépôts récents ; il est gris brunâtre caverneux, très-léger et semblable à celui qu'on trouve dans les terrains jurassiques de la Franche-Comté et du Wurtemberg.

*Ceppo* tuffacé de Lovere ; c'est un conglomérat de tuf formé par des alluvions. Il se laisse tailler facilement et il durcit à l'air.

*Crespone* de Pianico ; c'est un conglomérat argileux et tuffacé appartenant au terrain diluvien.

M. Grossleth (n° 5866). — M. Grossleth a exposé des *tuyaux* de conduite en *pierre calcaire*. Ces tuyaux sont semblables à ceux exécutés en France par M. Champonnois, et ils ont été faits par une machine dont l'invention est due à M. Kramer, de Prague. Aucun renseignement n'a pu nous être donné sur cette machine, qui a été brevetée en Autriche.

### TOSCANE.

M. Carpi (n° 15). — Les pierres calcaires sont quelquefois employées comme pierres meulières. Ainsi, une petite meule en *alberèse* avait été exposée par M. Carpi. Cet alberèse provenait de la Ripa, à l'est du Monte Ferrato. Il était gris jaunâtre et très-compacte. Nous avons constaté par un essai que sa composition ne diffère pas de celle de l'alberèse ordinaire ; car quand on le dissout dans un acide, il laisse un

résidu argileux qui est seulement de 13 p. 0/0. Ce n'est donc pas un calcaire siliceux, comme on aurait pu le croire d'après son emploi pour pierre meulière.

Les roches des îles Pizan, qui servent aux Arabes de l'Algérie à faire de petits moulins à bras, sont des calcaires qui contiennent une grande quantité de grains quartzeux, et qui passent même au grès.

Institut technique (n° 2). — La *panchina* est un travertin déposé sous la mer, qui forme l'un des matériaux de construction les plus importants de la Toscane. Elle constitue le sous-sol de la plaine de Livourne. Elle se taille habituellement en moellons réguliers qu'on nomme *leghe*, et qui ont 0m,39 de hauteur, 0m,35 de largeur, 0m,30 d'épaisseur.

Le travertin, proprement dit, s'emploie beaucoup dans les environs de Sienne et de Volterra.

### ROYAUME-UNI.

Institut philosophique de Bristol (n° 6). — L'Institut philosophique de Bristol a exposé une collection de pierres de construction des environs de Bristol. Cette collection, qui figurait déjà à l'Exposition de Londres, comprend différentes pierres calcaires appartenant au calcaire magnésien (terrain permien), au lias, au terrain jurassique.

### CANADA.

Compagnie du Grand-Tronc (n° 229). — La Compagnie du Grand-Tronc (Grand-Trunk Company) a envoyé un *calcaire* exploité à Pointe-Claire, près de *Montréal*, au Canada. Ce calcaire est noir, bien compacte et bien résistant. Il prend un peu le poli et il donne un marbre de qualité inférieure. Il se trouve au-dessus du calcaire de Chasy, à Bird's Eye. Il est employé en ce moment à la construction du pont-tube Victoria, qui n'aura pas moins de 2,700 mètres de long; ce pont est exécuté par le Grand-Trunk Railway Company, sous la direction de l'ingénieur Stephenson, et il est destiné à traverser le Saint-Laurent, près de Montréal.

MM. Hutchison et Morison (n° 234). — MM. Hutchison et Morison avaient exposé un bloc de calcaire appartenant au *calcaire de Trenton* du silurien inférieur. Ce calcaire est noir et compacte ; il peut recevoir le poli et s'employer comme marbre. On l'exploite dans un grand nombre de carrières près de la ville de Montréal, qui en est presque entièrement construite. Depuis sept années, les carrières de MM. Hutchison et Morison emploient de 100 à 150 ouvriers. Les bancs exploités ont 3 mètres d'épaisseur. Un bloc ayant 1 pied superficiel et 8 pouces d'épaisseur, se vend 0f,40 dans la carrière. Dans la ville de Montréal, qui est à 3/4 de mille, le pied cube taillé revient à 1 fr. 50 ou à 2 fr. 50 pour les blocs ayant moins de 50 pieds. Les prix s'élèvent jusqu'à 5 fr. pour des blocs de 100 pieds cubes.

EMPIRE OTTOMAN.

A l'Exposition turque, parmi les produits envoyés de Jérusalem, il se trouvait une pierre calcaire blanche, poreuse, grésiforme, qui se laisse sculpter facilement et qu'on emploie pour faire des *filtres*.

## *b.* — ROCHES DE CHAUX SULFATÉE.

**Anhydrite, Gypse.**

Les **roches de chaux sulfatée** jouent un rôle très-secondaire dans les constructions ; quelquefois cependant elles sont encore employées dans la décoration. On y distingue l'**anhydrite** ou la chaux sulfatée anhydre, et le **gypse** ou la chaux sulfatée hydratée.

L'anhydrite est blanche-grise, gris-bleuâtre, opaque, à structure saccharoïde ou lamelleuse comme le marbre statuaire ; elle prend très-bien le poli, et elle peut servir aux mêmes usages que le marbre. Elle a cependant l'inconvénient d'être moins dure et de s'altérer facilement en absorbant l'humidité de l'air.

C'est seulement lorsque sa couleur est blanche, que le gypse est employé dans la décoration ; il peut alors être lamelleux, grenu ou bien compacte. On lui donne souvent dans les arts le nom d'albâtre ou d'albâtre gypseux, mais il ne doit pas être confondu avec l'albâtre calcaire, qui est l'albâtre proprement dit. Ce gypse blanc est d'ailleurs l'*alabastrites* des anciens. Il est très-tendre, généralement translucide, et il se laisse tourner ou sculpter très-facilement ; il a toutefois l'inconvénient très-grave de s'altérer par le moindre choc et par l'exposition à l'air ; aussi les objets en gypse ou en albâtre sont-ils toujours de peu de valeur.

Faisons connaître les principaux objets d'ornement exécutés en **anhydrite** et en **gypse** qui ont été envoyés à l'Exposition.

### FRANCE.

M. Sapey (n° 4420). *Anhydrite.* — M. Sapey exploite de l'*anhydrite* sur le territoire de la commune Notre-Dame de Mézage, canton de Vizille, dans l'Isère. Cette roche a une très-belle couleur blanche ; elle est translucide, cristalline et elle prend très-bien le poli. Sa couleur est quelquefois blanc-grisâtre ou même bleuâtre ; son éclat est plus gras que celui du calcaire saccharoïde, et on peut l'employer aux mêmes usages que le marbre blanc. Cependant la facilité avec laquelle l'anhydrite absorbe l'eau pour se changer en gypse ne permet pas de s'en servir dans des monuments qui restent exposés à l'air ou dans des lieux humides. Son extraction est d'ailleurs peu dispendieuse, car elle peut être livrée à Paris au prix très-réduit de 500 fr. le mètre cube.

L'anhydrite de Notre-Dame de Mézage a été exploitée en colonnes de 5 mètres de hauteur, pour la décoration de l'église de la Haute-Combe, sépulture des rois de Sardaigne.

*Gypse.* — M. Sapey exploite aussi le *gypse* saccharoïde de Vizille, dans l'Isère. Ce gypse est d'un blanc de neige, et il ressemble beaucoup au marbre statuaire.

Son prix à Vizille est de 575 fr. le mètre cube ; le transport à Paris l'augmenterait de 100 fr.

M. Rougemont (n° 7867). — *Gypse.*

M. Rougemont, directeur de l'École industrielle de Nantua, dans le département de l'Ain, a exposé un bénitier et un reliquaire en albâtre gypseux délicatement sculpté. Cet albâtre est opaque et d'un blanc de lait ; on y distingue seulement quelques veines blanc-grisâtres et translucides. Il appartient aux plus belles variétés d'albâtre gypseux qui soient connues ; il peut passer au rose ou devenir gris jaspé. Il se trouve en blocs, quelquefois assez gros, et qui atteindraient même 1 mètre cube ; son prix est, sur la carrière, de 3 fr. les 100 kilogrammes pour des blocs de petites dimensions. Il est associé à du gypse grenu, qu'on exploite pour la fabrication du plâtre à Montauge, dans le haut Bugey.

## TOSCANE.

Institut technique (n° 2). *Gypse.* — L'albâtre gypseux de Volterra, est l'un des plus connus et des plus employés dans les arts ou dans la décoration. La collection de l'Institut technique montrait toutes ses variétés, et une belle coupe faite avec cet albâtre, avait été exposée par MM. Visconti et Bracci.

L'albâtre gypseux de Volterra est généralement blanc ou grisâtre ; il est plus rarement jaune ou gris brunâtre. Lorsqu'il est translucide, on le nomme, en Toscane, *albâtre-agate* (*A. agatato*). Des veines grises et translucides de gypse le pénètrent, le plus souvent, dans tous les sens, et d'un autre côté, l'argile y présente aussi de petites veines noirâtres et opaques. L'*albâtre barbouillé* (*A. bardigliato*) est ordinairement gris, veiné, tacheté de jaune.

Le gypse de Volterra appartient au terrain pliocène ; il forme de grandes lentilles, qui deviennent plus argileuses sur les bords. On n'y trouve aucun fossile, mais il y en

a dans les marnes subapennines au milieu desquelles il s'est déposé.

L'albâtre gypseux du val de Marmolaio, près de Castellina dans le Volterrano, est parfaitement blanc, opaque, saccharoïde. Il est très-fréquemment employé pour statues et bas-reliefs. Il appartient au terrain tertiaire miocène.

### ÉTATS SARDES.

Institut technique de Turin (n° 2).—Le Piémont renferme un assez grand nombre de gisements d'*anhydrite* et de *gypse*. Ces deux roches sont quelquefois employées pour la décoration. Ainsi l'*anhydrite* et le *gypse* blanc saccharoïde de Saint-Jean-de-Maurienne ou de Saint-Laurent-de-la-Côte, en Tarentaise, prennent très-bien le poli.

Le *gypse* blanc saccharoïde, avec nodules de mica de Larvego, près de Gênes, peut également être employé dans la décoration ; par la cuisson il donne d'ailleurs un plâtre de très-bonne qualité.

### ESPAGNE.

*Gypse*. — Les collections de marbres de l'Espagne renfermaient plusieurs échantillons d'albâtre gypseux qui est utilisé pour la décoration. Le plus employé est blanc, légèrement veiné de gris ; il s'exploite à Cogollado, près d'Aleas, dans la province de Guadalajara.

L'albâtre gypseux de la province d'Alicante, qui a une couleur blanche très-pure, était aussi représenté par un vase.

### AUTRICHE.

M. Sandri (n° 108). — M. Sandri avait exposé l'*anhydrite* (*vulpinite*) ainsi que le *gypse* de Lovere, dans la province de Vérone.

L'*anhydrite* de Lovere se polit très-bien ; elle est très-cristalline, d'une couleur gris bleuâtre, veinée de noir. On l'emploie comme marbre, et on en fait des dessus de table, ainsi que différents objets d'ornement.

Le *gypse* de la même localité est grenu et prend mal le poli ; il n'est pas d'un bon usage dans la décoration.

Ces roches forment des amas puissants dans le trias inférieur, et elles se trouvent dans le voisinage de porphyres. On les exploite pour en faire des objets d'ornement.

### MEXIQUE.

Département de la Puebla (n° 10). — Signalons encore le *gypse* de Tekali, dans le département de la Puebla, au Mexique. Il peut s'obtenir en plaques minces, présentant une surface de quelques décimètres carrés, d'une blancheur et d'une transparence parfaites ; aussi les anciens habitants de Mexique, et même les Espagnols, s'en servaient-ils comme de verre à vitre pour les fenêtres de leurs habitations.

On sait que le mica à grandes lames de Russie s'emploie en Europe au même usage.

# II. — MATÉRIAUX ARTIFICIELS.

## D. — CHAUX, CIMENTS ET MORTIERS.

Les **matériaux artificiels** desquels nous nous occuperons d'abord, sont les **chaux**, les **ciments** et en général les **mortiers**. Nous leur réunirons les divers matériaux qui servent à la fabrication des mortiers, tels que la **pouzzolane**, le **trass**, l'**arène**, etc.

Le grand nombre des exposants qui ont envoyé de ces produits à l'Exposition Universelle, témoigne de l'importance qui est attachée maintenant à la recherche et à l'emploi de ces matériaux artificiels de construction. On comptait, en effet, 92 exposants, sur lesquels 47 appartenaient à la France, 9 à la Prusse, 5 à l'Autriche et 5 au Royaume-Uni.

Les chaux et ciments sont des produits dont la qualité ne saurait être appréciée par une simple inspection ; aussi, à l'Exposition universelle de Londres, le Jury mixte avait-il eu le soin de les soumettre à différentes recherches. M. Mary, président de la XIV^e^ Classe, jugea de même que des expériences spéciales devenaient indispensables pour reconnaître quels étaient, parmi ces produits, ceux qu'il convenait de récompenser, et M. Le Play, Commissaire général, s'empressa de mettre à sa disposition le crédit qui était nécessaire.

Ces expériences sur les chaux et les ciments ont été faites au laboratoire de l'École Impériale des Ponts et Chaussées, avec le concours de notre collègue, M. Hervé-Mangon, et dans toutes les opérations nous avons été secondés avec beaucoup de zèle et d'intelligence par M. Brivet, aide du laboratoire.

Comme il n'était pas nécessaire de faire des analyses

exactes, mais simplement quelques essais rapides propres à éclairer le Jury, voici quelle a été la marche suivie :

*Composition chimique.* — Deux grammes de la chaux ou du ciment qu'il s'agissait d'examiner, étaient réduits en poudre et attaqués par l'acide chlorhydrique. On évaporait la liqueur à sec, de manière à séparer la silice. Cette silice était quelquefois mélangée d'un peu de sable qui reste inerte dans le durcissement du mortier; on a eu soin d'indiquer cette circonstance quand elle se présentait.

Dans la liqueur mère, on a précipité l'alumine et l'oxyde de fer par l'ammoniaque, en évitant autant que possible d'entraîner la magnésie. On n'a pas séparé l'alumine de l'oxyde de fer.

La chaux a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque et dosée à l'état de chaux caustique.

La magnésie a été précipitée par le phosphate de soude et d'ammoniaque.

Le peu de temps qu'il était possible de consacrer à ces essais ne permettait pas de doser les alcalis, qui n'entrent d'ailleurs qu'en petite quantité dans les chaux et les ciments.

On a dosé cependant l'acide sulfurique, qui se trouve à l'état de sulfate de chaux, quelquefois à la proportion de plusieurs centièmes. Pour cela on a fait bouillir deux grammes de matière avec une dissolution de carbonate de soude; on a filtré la liqueur alcaline qu'on a saturée avec de l'acide chlorhydrique; puis on y a versé du chlorure de barium et on a cherché l'acide sulfurique correspondant au sulfate de baryte obtenu.

Le sulfate de chaux contenu dans les chaux et les ciments provient des pyrites qui se trouvent dans les calcaires servant à leur fabrication; il provient aussi de la houille ou du combustible qui est employé pour la cuisson. Lorsqu'il est en quantité notable, il nuit à la durée et à la résistance du mortier.

La perte au feu qui consiste en eau, accompagnée quel-

quefois d'acide carbonique, était déterminée par une forte calcination : cette perte était variable et dépendait souvent d'altérations accidentelles subies pendant le voyage ; il était donc préférable de rapporter toutes les analyses à la matière calcinée. Aussi on a représenté par 100 la somme des différentes substances, puis on a calculé la composition de la matière calcinée. A la suite de chaque analyse, on a d'ailleurs fait connaître, d'après M. Vicat, quelle était la classe à laquelle la chaux et le ciment appartenaient.

*Propriétés diverses.* — Les essais qui précèdent avaient pour but de connaître la composition chimique : dans les expériences desquelles nous allons parler maintenant ; nous avons fait des recherches sur quelques autres propriétés des chaux et des ciments.

*Poids.* — Nous donnons le poids du mètre cube de la chaux, du ciment, de la pouzzolane, pulvérisés et non tassés, à l'état sous lequel ces matériaux sont livrés au commerce. Pour quelques-uns d'entre eux, ce poids a été déterminé par une expérience directe.

*Changement de volume.* — Lorsque la chaux ou le ciment sont gâchés avec l'eau, leur volume change d'une manière très-notable. Avec certaines chaux ce volume augmente, et il y a foisonnement ; avec les ciments il diminue, et il y a au contraire contraction. Il nous a paru qu'il était utile de déterminer ces changements de volume dans le gâchage, car ils représentent le rendement des matériaux employés.

Nous avons procédé de la manière suivante : une tôle très-flexible a été coupée suivant un rectangle et enroulée de manière à former un cylindre droit. Deux cercles de fer passés aux extrémités de ce cylindre servaient à le maintenir. Suivant une arête du cylindre, on avait marqué les volumes correspondant aux différentes hauteurs.

La chaux ou le ciment dont il fallait déterminer le changement de volume était introduit sans tassement dans le cylindre de tôle ; on agitait la matière de manière à rendre sa surface supérieure horizontale, et on prenait

alors son volume. Ensuite on faisait le gâchage en évitant de mettre un trop grand excès d'eau. Avant que la matière eût fait prise, on rendait de nouveau sa surface supérieure horizontale, puis, quand on l'avait laissée sécher, on déterminait son volume. La différence entre le volume primitif et le volume après le gâchage, étant divisée par le volume primitif, donne ce que nous appellerons le foisonnement ou la contraction.

Pour que les résultats obtenus fussent rigoureusement comparables, il faudrait que toutes les matières essayées fussent réduites au même degré de finesse et tassées de la même manière. Nous avons opéré sur les chaux ou les ciments blutés et tels qu'on les livre dans le commerce. Comme nous le verrons d'ailleurs, on obtiendrait des résultats différents en opérant sur ces matériaux non pulvérisés et tels qu'ils sortent du four.

*Augmentation de poids.* — Il était encore intéressant de déterminer la quantité d'eau absorbée par la chaux ou par le ciment. Pour cela, on pesait la matière avant de la mettre dans le cylindre de tôle; après qu'elle avait fait prise, on enlevait les cercles de fer du cylindre de tôle, on la laissait s'égoutter et sécher un peu à l'air, puis on la pesait de nouveau.

La différence entre le deuxième poids et le premier, divisée par le premier poids, représente l'augmentation de poids Cette augmentation est due à de l'eau qui est entrée en combinaison dans le mortier et aussi à de l'eau hygrométrique, la dessiccation n'ayant pu être complète.

L'augmentation de poids a été déterminée sur la matière blutée, telle qu'elle est livrée au commerce. Si l'on avait opéré sur la matière sortant du four, ou calcinée au moment de l'expérience, les résultats auraient nécessairement été différents.

*Prise.* — Il fallait encore déterminer le temps nécessaire à la prise pour les chaux et les ciments essayés. On a toujours opéré sur la matière pure qui a été gâchée, sans addi-

tion de sable, avec la quantité d'eau nécessaire. On en a fait deux petits cylindres ou gangues ayant $3^{cent.},5$ de diamètre à la base et $2^{cent.},5$ de hauteur. On a chassé l'excès d'eau en comprimant légèrement ces gangues ; ensuite chacune d'elles a été mise dans un verre ; l'une a été immergée au bout de 10 minutes, l'autre au bout de 12 heures. Avec M. Vicat, nous avons admis que la prise avait lieu lorsque la gangue pouvait supporter une aiguille de $1^{millim.},2$ carré de section, chargé d'un poids de 300 grammes.

On sait d'ailleurs que le temps nécessaire à la prise est très-variable ; qu'il est quelquefois moitié moindre en été qu'en hiver ; qu'il est plus petit pour le ciment frais que pour celui qui est fabriqué depuis plusieurs mois ; qu'il dépend aussi de la quantité d'eau employée dans le gâchage.

On a cherché à préparer toutes les gangues de la même manière, mais il n'était pas possible de tenir compte de l'âge des chaux ou des ciments essayés.

*Résistance.* — Enfin, à l'aide d'un petit appareil installé par M. Hervé-Mangon, nous avons fait quelques expériences pour déterminer la résistance à la traction. A cet effet, on a collé des briques en croix, en interposant entre elles une couche suffisamment épaisse de la chaux ou du ciment qui était à essayer. Le huitième jour, on a cherché quel était le poids nécessaire pour produire l'arrachement. Il n'a pas été tenu compte des essais dans lesquels les briques se sont décollées. L'impossibilité d'obtenir des quantités suffisantes de toutes les chaux envoyées à l'Exposition n'a pas permis de multiplier davantage ces essais. Ils donnent seulement des résultats comparables entre eux : on sait en effet que la résistance d'un mortier varie beaucoup avec l'époque de sa fabrication. Elle varie aussi avec les conditions dans lesquelles il a été placé ; ainsi, elle n'est pas la même lorsqu'il est resté exposé à l'air, et lorsqu'il a été plongé dans l'eau douce ou dans l'eau de mer.

Nous avons opéré sur du mortier gâché sans addition de sable et exposé à l'air pendant huit jours. Sa résistance

à la traction sera toujours donnée en kilogrammes et pour un centimètre carré.

Nous avons réuni d'ailleurs plusieurs expériences, qui nous ont été communiquées par divers observateurs, et qui font connaître la résistance à la traction ou à l'écrasement de quelques mortiers qui avaient été exposés.

Toutes les expériences dont nous donnerons plus loin les résultats ont été exécutées d'après la marche qui vient d'être indiquée et sur les produits mêmes envoyés à l'Exposition. Lorsque nous aurons recours à des expériences antérieures, nous aurons soin de le mentionner.

La Commission de la XIV^e^ Classe, chargée plus spécialement de l'examen des chaux, ciments et mortiers, se composait de MM. Léonce Reynaud, Gourlier, E. Trélat, Love, Delesse.

Dans les propositions de récompenses qu'elle a faites au Jury, elle a eu égard, non-seulement aux expériences de laboratoire, mais encore aux certificats et aux témoignages d'un grand nombre d'ingénieurs, d'officiers et d'architectes qui avaient eu l'occasion de faire usage des produits exposés. Elle a tenu compte aussi des titres que certains exposants s'étaient acquis, soit par un nouveau procédé de fabrication, soit par la découverte d'un gîte de ciment ou de chaux hydraulique.

Enfin elle a encore attaché une importance spéciale aux quantités de chaux et de ciment produites annuellement dans chaque usine, et par suite, aux services déjà rendus dans les constructions.

### FRANCE.

M. Vicat (n° 4348). — Le Jury ne pouvait s'occuper de l'examen des chaux hydrauliques sans avoir à tenir compte des nombreux et importants travaux de M. Vicat, Inspecteur général des ponts et chaussées, à Grenoble. Aussi, bien que M. Vicat ne fût pas exposant, le Jury crut devoir user de la faculté qui lui avait été laissée, et il lui a décerné une récompense comme inventeur.

Les travaux de M. Vicat sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les énumérer. La récompense qu'il a obtenue à l'Exposition Universelle est la consécration de toutes celles qui lui ont été décernées antérieurement par la Société d'Encouragement et par l'Académie des Sciences.

Le Gouvernement lui-même a donné à M. Vicat une récompense nationale exceptionnelle, et une loi promulguée le 20 juin 1845, sur le rapport d'Arago et de M. le baron Thénard, lui accorde une pension de 6,000 francs.

Pour faire apprécier l'importance des travaux de M. Vicat, il nous suffira d'ailleurs de reproduire une partie du rapport présenté en 1846 à la Société d'Encouragement, par un membre illustre de la Commission Impériale. Voici, en effet, comment s'exprimait M. Dumas, en proposant pour M. Vicat le prix de 12,000 fr., fondé par M. le marquis d'Argenteuil :

« Grâce à M. Vicat, partout on peut construire sous l'eau; » partout on peut bâtir sur des terrains submergés, aussi » facilement, aussi sûrement qu'on s'élève hors du sol.

» Ces priviléges de quelques chaux justement célèbres, » ces propriétés si recherchées des pouzzolanes antiques de » l'Italie, de quelques ciments rares et chers, tout cela s'ex- » plique de la manière la plus simple, se reproduit à volonté » avec une extrême facilité et avec des matériaux que la na- » ture a prodigués sous nos pas.

» Tout cela s'obtient avec de la chaux et de l'argile diver- » sement mélangées; M. Vicat l'a dit le premier, l'a prouvé » le premier, l'a mis en pratique en grand le premier. »

» Sans argile, la chaux donne un mortier qui durcit, il » est vrai, lentement à l'air, à mesure qu'il en absorbe » l'acide carbonique, mais qui se délaye ou se dissout dans » l'eau avec une telle promptitude, que toute tentative pour » bâtir sans son aide sous l'eau serait désastreuse.

» Mêlée d'argile, la chaux fait au contraire sous l'eau une » prise prompte et sûre; elle y acquiert la dureté de la pierre » elle-même; seulement, il faut savoir cuire le mélange à » propos.

» M. Vicat nous a donc appris en quoi diffèrent les chaux » qu'on nomme depuis longtemps chaux grasses, chaux » maigres et chaux hydrauliques.

» Les premières sont des chaux pures; elles donnent des » mortiers qu'on doit employer seulement dans les travaux » aériens d'une faible épaisseur. Pour que ces mortiers se » solidifient, il faut que l'air les pénètre et leur fournisse » l'acide carbonique, principe de leur dureté.

» Les chaux maigres contiennent de la magnésie; elles » n'ont aucune qualité particulière.

» Mais les chaux hydrauliques, produites par des cal- » caires argileux, fournissent au constructeur des mortiers » dont la dureté finit par s'élever au même degré que celle » de la pierre calcaire elle-même.

» Avec 10, 15, 35 p. 100 d'argile, les chaux deviennent » de plus en plus hydrauliques.

» Si la chaux ne renferme pas cette argile, il suffit d'en » faire le mélange avant la cuisson, pour qu'elle devienne » plus ou moins hydraulique, selon la proportion.

» Si l'on porte l'argile à 33 p. 100, on obtient ces produits » singuliers, si importants, qui font une prise presque in- » stantanée sous l'eau ou à l'air, et qu'on désigne très-im- » proprement aujourd'hui dans le commerce sous le nom de » ciment romain, mais que les Romains n'ont jamais connu.

» Après avoir appris de quelles substances se composent » les chaux hydrauliques, comment on peut les faire de » toutes pièces, M. Vicat n'a pas tardé à démêler la nature » de ces argiles naturelles qu'on nomme pouzzolanes ou » trass, et dont les Romains faisaient tant d'usage comme » moyen de durcir leurs mortiers.

» Ce sont des argiles qui ont été calcinées par les feux » des volcans avec des alcalis ou même avec un peu de » chaux, et qui ont acquis la faculté de rendre la chaux » grasse instantanément hydraulique par leur mélange avec » elle.

» En effet, en calcinant une argile quelconque avec de la

» chaux ou des alcalis, on en fait une véritable pouzzolane.

» M. Vicat a donc tout vu, tout analysé, tout démontré » par l'expérience du laboratoire, tout contrôlé par l'épreuve » de la grande pratique dans ce vaste sujet. Par lui, la » science moderne a tout d'un coup égalé, tout d'un coup » surpassé le génie tant célébré des constructeurs de l'an- » cienne Rome.

» Mais après le savant est venu le citoyen dévoué, l'in- » génieur infatigable.

» Convaincu que la nature avait déposé presque partout » des calcaires propres à fabriquer des chaux hydrauliques, » M. Vicat a parcouru la France, presque toujours à pied; » il a désigné aux ingénieurs, aux entrepreneurs de nos » constructions plus de 300 carrières capables de fournir » des chaux hydrauliques. »

Ajoutons encore que depuis 1846, M. Vicat n'a cessé de poursuivre ses recherches avec la même activité, et que sa grande expérience est tous les jours mise à profit pour les travaux considérables qui s'exécutent en France dans ce moment. De plus, il a trouvé dans son fils un collaborateur zélé auquel il a transmis les traditions d'une longue pratique, traditions qui ne sont pas moins nécessaires que les études théoriques pour la solution des questions si délicates se rattachant à la fabrication des mortiers. Le Jury a donc pensé que par ses recherches théoriques et pratiques sur les chaux hydrauliques et les mortiers, M. Vicat était digne de la plus haute récompense, et il lui a décerné la grande médaille d'honneur.

M. J.-B. Gariel.

Si M. Vicat occupe une position éminente et exceptionnelle parmi les ingénieurs et les savants qui se sont occupés de l'étude des chaux hydrauliques et des ciments, M. Gariel n'est pas moins supérieur à tous les producteurs de ciments qui ont pris part au concours de l'Exposition Universelle.

*Ciment de Vassy.*—Depuis 1832, M. Gariel exploite le ciment

naturel de Vassy, près Avallon (Yonne). Le nombre de ses ouvriers est très-considérable, et il suffira de le faire connaître pour faire apprécier toute l'importance de sa fabrication :

200 ouvriers exploitent le calcaire qui produit le ciment ;

150 ouvriers fabriquent le ciment ;

120 ouvriers confectionnent les fûts, etc. ;

500 ouvriers sont, d'ailleurs, journellement employés en France ou en Algérie, notamment dans les grands travaux de construction pour les Ponts et chaussées et pour le Génie militaire.

Il faut y joindre encore environ 1,500 ouvriers appartenant, pour ainsi dire, à tous les corps de métiers, tels que charpentiers, forgerons ; en sorte que le personnel occupé par jour est à peu près de 2,500 ouvriers.

Le salaire des ouvriers qui travaillent à Vassy varie de 1 fr. 75 c. à 3 fr. 50 c. ; il est, en moyenne, de 2 fr. 15 c. Le salaire des autres ouvriers est plus élevé ; sa moyenne est de 3 fr. 50 c.

75 chevaux servent au transport du ciment à l'usine, puis de l'usine au port d'embarquement. 44 chevaux écrasent le ciment : sur ces 44 chevaux, 11 travaillent en même temps et mettent en mouvement onze meules ainsi que deux blutoirs. On peut s'étonner que dans une usine aussi importante, le mouvement ne soit pas donné par une machine à vapeur, mais on a préféré conserver les chevaux, parce qu'ils produisent des engrais qui servent à l'amélioration des propriétés de l'usine.

La cuisson du ciment a lieu dans cinq fours à feu continu qui sont chauffés à la houille.

Onze meules roulant verticalement sur des gîtes circulaires opèrent ensuite le broyage ; tandis que le tamisage a lieu dans deux blutoirs cylindriques en toile métallique.

Le ciment de Vassy pèse 900 kil. au sortir du blutoir : lorsqu'il est tassé dans les barriques, son poids est de 1.200 kil. Le ciment des bancs supérieurs fait prise en 2 ou 3 minutes ; celui des bancs inférieurs demande 6 minutes.

Quand on élève la température de la cuisson, la durée de la prise est de 4 à 5 heures. Au bout de 6 mois, la résistance à la traction est environ de 18 kil. Il s'altère à la mer.

La composition du ciment de Vassy a été déterminée par M. Vicat :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 57,85 |
| Magnésie. . . . . | | 2,10 |
| Silice . . . . | | 20,62 |
| Alumine. . . | . . . . . 40,05 | 13,19 |
| Oxyde de fer. | | 6,24 |

C'est un ciment qui se rapproche des ciments limites inférieurs.

Tout le monde sait, d'ailleurs, que le ciment de Vassy est de bonne qualité, mais il exige un triage dans la carrière puis à la sortie des fours ; aussi n'est-ce pas l'un des moindres mérites de M. Gariel, d'avoir su maintenir à un même niveau un produit naturellement irrégulier, qu'il fabriquait sur une aussi grande échelle.

La valeur du ciment qui est fourni annuellement par l'usine de Vassy s'élève à 800,000 fr. Un dixième de ce ciment est exporté, et le reste se consomme en France, conformément aux indications du tableau suivant :

1° France.

| | | |
|---|---|---|
| Vente au commerce. . . . . | 68.000$^{qm}$ | |
| Ponts et Chaussées. . . . . | 50.000 | |
| Service maritime. . . . . | 15.000 | 150.000$^{qm}$ |
| Génie militaire. . . . . | 10.000 | |
| Bâtiments publics et chemins vicinaux. | 7.000 | |

2° Pays divers.

| | | |
|---|---|---|
| Algérie. . . . . | 10.000$^{qm}$ | |
| Égypte. . . . . | 2.000 | |
| Allemagne, notamment Baden, Carlsruhe, Manheim, Fribourg-en-Brisgau, Francfort, Heilbronn, etc. . . . . | 1.500 | 17.000$^{qm}$ |
| Brésil, notamment Bahia et Rio-Janeiro. . | 1.500 | |
| Suisse, Turquie, Espagne, Belgique, Ile de la Réunion. . . . . | 2.000 | |
| Production annuelle. . . . . | | 167.000$^{qm}$. |

— Les travaux exécutés par M. Gariel et par M. Garnier, avec lequel il a d'abord été associé, sont tellement nombreux qu'il serait trop long de les faire connaître ici, même en se bornant aux plus importants.

Dans Paris seulement, M. Gariel a reconstruit les ponts aux Double, Notre-Dame, d'Austerlitz, d'Arcole et le Petit Pont, sous la direction de MM. les ingénieurs Michal, de la Galisserie, Oudry, Darcel et Savarin.

Il a fait, en 1854, le pont Napoléon à Bercy, sous la direction de MM. Couche et Petit.

Il a exécuté plus de 10,000 mètres d'égouts neufs avec des pierres artificielles formées de meulière et de ciment.

Il a pratiqué deux tunnels sous le canal de l'Ourcq sans interrompre la navigation.

Il termine en ce moment les deux beaux ponts de l'Alma et des Invalides, qui se trouvent derrière l'annexe et qui font, en quelque sorte, partie de l'Exposition. Dans ces derniers ponts, le ciment joue un rôle tout à fait exceptionnel ; car le parement des piles et des culées est en pierre de taille et en mortier de ciment ; l'intérieur est en maçonnerie de moellon brut et en mortier de ciment ; les cordons, les têtes des voûtes sont en maçonnerie de pierre de taille fichée en mortier de ciment; les voûtes sont en maçonnerie de meulière brute et en mortier de ciment ; la douelle est en meulière piquée ; les chapes sont en mortier de ciment; les voûtes des galeries sous les trottoirs sont en briques et ciment ; on peut donc dire que ces ponts sont coulés de toutes pièces en ciment.

Au pont de l'Alma, les maçonneries ont surtout été exécutées avec une rapidité surprenante, car en moins de cinq semaines les piles ainsi que les voûtes ont été terminées et la chaussée a été livrée a la circulation.

Malgré les travaux si importants qu'il exécute en ce moment à Paris, M. Gariel mène de front une foule d'autres travaux sur un grand nombre de points de la France et de l'Algérie. Il construit pour le canal du Midi un pont-canal

par-dessus la rivière de l'Orb, à Béziers ; pour le chemin de fer du Midi, un viaduc sur l'Aude ; à Pont de l'Arche, il fait encore un pont sur la Seine. Il a entrepris de grands travaux pour les canaux, les chemins de fer, les ports de Marseille, d'Alger, de Dieppe, de Mers-el-Kébir. Il construit les égouts d'Oran, en Algérie.

Pour énumérer les travaux auxquels il a pris part, il faudrait, en quelque sorte, mentionner une partie des principaux travaux publics, entrepris en France dans ces dernières années. Les travaux de M. Gariel sont, d'ailleurs, bien connus de tous les ingénieurs et de tous les officiers du Génie.

En résumé, une véritable révolution vient de s'opérer dans l'art des constructions et dans un grand nombre de travaux, la pierre extraite des carrières a été remplacée par une pierre artificielle, par le ciment. Les ponts construits récemment à Paris, sont en quelque sorte des monolithes gigantesques moulés en ciment : leur exécution, qui eût réclamé plus de six mois, s'ils eussent été construits en pierre, n'a pas demandé plus de six semaines, malgré des obstacles imprévus de toute nature.

C'est incontestablement à M. Gariel qu'on doit la plus grande part de ces progrès ; car il les a rendus possibles par le développement donné à la fabrication du ciment de Vassy, par l'organisation de nombreux ateliers d'ouvriers habiles à manier le ciment, et son nom restera désormais attaché à la construction des premiers grands travaux en ciment qui aient été exécutés en France.

M. de Villeneuve (n° 4349). — M. le Comte de Villeneuve, ingénieur en chef des mines, dirige l'importante usine de Roquefort dans les Bouches-du-Rhône.

On fabrique dans cette usine de la chaux hydraulique et du ciment. Sa production journalière pourrait atteindre 1,000 quintaux métriques.

*Chaux de Roquefort.* — La chaux est hydraulique et appartient à deux variétés : l'une est argileuse ; l'autre est

blanche et siliceuse. Le prix du quintal est de 1f,65 pour la première variété et 2 francs pour la deuxième.

*Chaux de la Bédoule.* — Le calcaire qui donne la chaux siliceuse provient de la Bedoule. Il se trouve entre le calcaire à chama et les marnes à ancyloceras, dans le terrain néocomien. Ce gisement est aussi celui de la chaux siliceuse du Theil. Il a une couleur gris clair, un grain serré et homogène. Il fait une effervescence lente avec les acides et la silice mélangée forme un résidu boueux. Il ne renferme pas de sable quartzeux. Il contient seulement une petite quantité d'argile qui s'attaque par l'acide. Voici quelle est sa composition et celle de la chaux qu'il produit :

| Calcaire de la Bedoule. | | | Chaux de la Bedoule. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . | | 76. 6 | Chaux. . . . . | | 69. 5 |
| Carbonate de magnésie. . . | | Traces. | Magnésie. . . . . | | Traces. |
| Silice gélatineuse. | | 15. 3 | Silice. . . . . | | 24. 7 |
| Alumine et un peu d'oxyde de fer. . | 17.9 | 2. 6 | Alumine et un peu d'oxyde de fer. . | 29. 0 | 4. 3 |
| Eau. . . . . | | 4. 5 | . . . . . | | |
| Perte. . . . . | | 1. 0 | Perte. . , . . . . . | | 1. 5 |

La composition et les caractères de la chaux siliceuse de la Bedoule, la rapprochent complétement de la chaux du Theil, qui est de très-bonne qualité et de laquelle nous parlerons un peu plus loin.

*Ciments de Roquefort.* — Il y a également deux variétés de ciments à Roquefort et ils proviennent, comme la chaux, du terrain néocomien.

Le *ciment* ordinaire s'obtient par la cuisson d'une marne. Son prix est de 3 fr. 25 cent.

Le *ciment* que l'on appelle *gris* est formé avec les surcuits du ciment ordinaire, c'est-à-dire avec les parties qui ont subi une cuisson à une température très-élevée; il se rapproche sous ce rapport, du ciment de Portland, et il acquiert, comme lui, une très-grande cohésion. Son prix est de 6 fr. 25 cent.

— L'usage du ciment et de la chaux hydraulique de Roquefort est très-répandu, non-seulement dans la Provence, mais même dans tout le midi de la France. Parmi les principaux travaux dans lesquels ces produits ont été employés, nous pouvons citer le canal de Marseille, le chemin de fer de Marseille à Avignon, le souterrain de la Nerthe qui a 4,620 mètres de longueur, le grand pont sur le Rhône qui est destiné à relier le chemin de fer du Gard et des Bouches-du-Rhône.

— Le Jury international avait à juger M. de Villeneuve à la fois comme producteur de ciment et comme inventeur de perfectionnements apportés à la fabrication des matériaux hydrauliques. Nous allons donc résumer en quelques mots les principaux résultats dus aux recherches de M. de Villeneuve.

1° La fabrication de la chaux hydraulique donne lieu à des incuits que l'on sépare des parties dont la cuisson est parfaite, à cause des propriétés qu'ils ont de foisonner au bout d'un certain temps et de produire la désagrégation du mortier. M. de Villeneuve a démontré que si, avant le broyage, on fait absorber à des ciments formés avec ces incuits, une dose d'eau convenable, le boursouflement qui sans cela se serait produit, est complétement arrêté.

M. de Villeneuve pense même que, dans une localité dépourvue de calcaire propre à la fabrication du ciment, il serait possible d'obtenir des matériaux hydrauliques par la cuisson imparfaite d'une chaux-limite.

2° Les grappes qui se forment dans la chaux hydraulique blutée, ont également été utilisées par M. de Villeneuve pour donner à la chaux hydraulique une prise plus ou moins rapide. Comme pour les incuits, il est nécessaire toutefois que ces grappes soient hydratées avant le broyage, et alors l'on n'a plus à craindre aucun boursouflement.

Les grappes qui se forment dans la chaux grasse hydratée, exposée à l'air, peuvent, par leur broyage avec cette chaux, donner des mortiers qui jouissent d'une certaine

hydraulicité; mais il ne faudrait cependant employer ces mortiers qu'avec une très-grande prudence.

3° Les faits précédents conduisent naturellement à admettre qu'il est possible de se servir des vieux mortiers comme produits pouzzolaniques, et c'est ce que M. de Villeneuve a démontré par des expériences directes. Il a constaté, en effet, que de la chaux grasse mélangée à un vieux mortier préalablement pulvérisé, fait prise sous l'eau comme une chaux hydraulique.

Dans les différentes circonstances que l'on vient d'énumérer, on voit que l'on obtient des produits hydrauliques au moyen de sous-carbonates qui, tantôt sont des incuits et tantôt ont été formés par l'action de l'air.

Cette action hydraulisante des sous-carbonates qu'avait antérieurement indiquée M. Minard, et que M. de Villeneuve a étudiée d'une manière toute spéciale, offre une voie nouvelle à des recherches expérimentales qui, faites sur une très-grande échelle, pourraient seules décider de la valeur relative que l'on doit accorder aux mortiers hydrauliques à base de sous-carbonates.

4° M. Vicat et M. de Villeneuve ont fait voir qu'il était possible de fabriquer des ciments avec des surcuits, c'est-à-dire avec les parties scorifiées dans la cuisson. Ces ciments provenant des surcuits ont tous les caractères du ciment de Portland; ils acquièrent une grande cohésion et ils peuvent être mélangés à une forte proportion de sable. Dès l'année 1849, ces produits ont été fabriqués dans l'usine de Roquefort.

— En résumé, M. de Villeneuve s'est occupé d'une manière spéciale de l'emploi des incuits et des surcuits. Il a appelé l'attention sur les propriétés des calcaires siliceux comme celui du Theil, avec lesquels on produit des mortiers qui résistent bien à la mer.

M. de Villeneuve a encore indiqué des procédés permettant de tirer parti de divers produits de la chaufournerie qui restaient le plus souvent sans emploi; il a de plus mis ces procédés en pratique dans son usine; par conséquent

il a réalisé des progrès à la fois théoriques et pratiques dans la fabrication des chaux hydrauliques et des ciments.

M. E. Dupont (n° 4280). — M. Émile Dupont a créé à Boulogne-sur-Mer, en 1850, une usine à vapeur dans laquelle il fabrique du ciment ordinaire et du ciment de Portland. Cette usine occupe environ 60 ouvriers, qui reçoivent de 2 fr. à 3 fr. 25 cent. La machine à vapeur a une force de 10 chevaux; elle fait mouvoir 6 paires de meules et une scierie mécanique pour la tonnellerie. Il y a 5 fours pour la cuisson du ciment. Des agrandissements considérables sont d'ailleurs projetés en ce moment.

Donnons quelques détails sur les produits de cette usine de Boulogne, l'une des plus importantes parmi celles qui fabriquent le ciment en France.

*Ciment de Boulogne.* — On connaît depuis longtemps, sous le nom de *ciment romain de Boulogne*, un ciment de bonne qualité qui a servi à l'exécution de divers travaux importants.

Il s'obtenait autrefois par la cuisson de rognons de calcaire argileux appartenant à l'argile de Kimmeridge, qui étaient recueillis sur la plage de Boulogne après de fortes marées. Mais depuis 1846 MM. Ch. Demarle et E. Dupont ont découvert près de Boulogne un calcaire argileux qui permet de fabriquer le ciment sur une plus grande échelle, et en même temps de lui donner une composition beaucoup plus régulière. Ce calcaire se trouve à 50 mètres au-dessous des couches contenant les rognons, et il appartient aussi à l'argile de Kimmeridge. Son exploitation a été autorisée et garantie par une concession. Nous donnons plus loin, d'après MM. Demarle et Dupont, la composition de ce calcaire et en regard celle du ciment qu'il produit.

Le ciment de Boulogne est jaunâtre et sa couleur est celle de la pierre de taille, en sorte qu'il ne fait pas disparate lorsqu'on l'emploie à la restauration des édifices. Sa prise est très-prompte et c'est même une des difficultés de son emploi. On doit éviter de le gâcher avec trop d'eau. On peut

l'employer pur ou bien avec une, deux ou trois parties de sable, suivant la nature des travaux,

Pour les enduits en ciment exposés au soleil, il est nécessaire, afin d'éviter le retrait, de le mélanger au moins avec deux parties de sable.

Le mètre cube de ce ciment bluté et non tassé pèse 847 kilogrammes.

Lorsqu'on le gâche, il éprouve une contraction considérable qui est de. . . . . 0,28

Le volume d'eau qu'il retient est alors de $0^{m},43$; ensorte que son augmentation de poids est de. . . . . 0,51

Dans l'état auquel il est livré au commerce, il peut renfermer 10 0/0 d'eau et d'acide carbonique.

| Composition. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Calcaire kimméridgien de Boulogne. | | | Ciment de Boulogne. | | |
| Carbonate de chaux. . . . . | 56,0 | | Chaux. . . . . | 49,99 | |
| Carbonate de magnésie. . . . | 0,8 | | Magnésie. . . . . | 0,69 | |
| Oxyde de fer. . . . . | 5,4 | | Oxyde de fer. . . . . | 7,44 | |
| Silice. . . . . } | 30,40 | 23,8 | Silice. . . . . } | 41,87 | 32,78 |
| Alumine. . . . . } | | 6,6 | Alumine. . . . . } | | 9,09 |
| Eau. . . . . | 7,4 | | | | |

Le ciment de Boulogne appartient aux ciments ordinaires de M. Vicat.

Déduction faite du prix du baril qui sert à l'expédier, il revient seulement à 3 fr. le quintal acheté à l'usine. A Paris son prix est de $4^{fr.},50$; ce prix s'élève à 5 francs dans l'Océan, à 6 francs dans la Méditerranée.

Ce ciment a été employé à l'exécution de plusieurs travaux importants que nous allons signaler.

Dans ces derniers temps, par exemple, on s'en est servi pour conduites d'eau. Le tableau suivant donne, pour les environs de Boulogne et les ports du littoral, le prix du mètre courant mesuré après la pose; il fait connaître en même temps l'épaisseur ainsi que le poids des tuyaux pour différents diamètres et pour une longueur de $1^{m},05$.

| Diamètre intérieur | Épaisseur. | Poids approximatif | Prix. |
|---|---|---|---|
| 0m,5 | 0m,050 | 170 kilo. | 10 f. |
| 0 ,4 | 0 ,045 | 110 | 7 |
| 0 ,3 | 0 ,040 | 80 | 5 |
| 0 ,25 | 0 ,035 | 60 | 4 |
| 0 ,2 | 0 ,035 | 50 | 3 |
| 0 ,15 | 0 ,030 | 30 | 2,5 |
| 0 ,10 | 0 ,030 | 20 | 2 |

M. Mille s'est servi du ciment de Boulogne, pour mouler d'une seule pièce des galeries d'égout. Ainsi, dans le faubourg Saint-Antoine, à Paris, une galerie de 1m,20 d'ouverture sur 2 mètres de hauteur, a parfaitement soutenu l'épreuve de trois années de service ; elle a résisté aux eaux d'orage et aux eaux chaudes des usines, sans perdre son poli et sans éprouver aucune altération.

Le ciment de Boulogne, de même que tous les ciments de bonne qualité, pourrait donc rendre de grands services dans la canalisation souterraine des villes, en permettant de mouler d'une seule pièce des tubes d'un gros diamètre et d'une faible épaisseur de parois. Le tableau qui suit donne, pour les environs de Boulogne et les ports de l'Océan, le prix de ces travaux pour un mètre courant. Il donne aussi le cube du béton de ciment :

| Dimensions de la galerie. | | Cube du béton par mètre courant. | Prix. |
|---|---|---|---|
| Hauteur. | Largeur la plus grande. | | |
| 2m,00 | 1m,20 | 0m,86 | 50 f |
| 1 ,60 | 1 ,00 | 0 ,72 | 40 |
| 1 ,20 | 0 ,70 | 0 ,44 | 30 |
| 1 ,00 | 0 ,60 | 0 ,34 | 25 |
| 0 ,80 | 0 ,50 | 0 ,25 | 22 |
| 0 ,50 | 0 ,40 | 0 ,15 | 15 |

Des quantités considérables de ciment de Boulogne ont déjà servi à la construction des égouts et des conduites d'eau de la ville de Bordeaux.

L'expérience a montré que le ciment de Boulogne est du nombre de ceux qui résistent à la mer. En effet, depuis plusieurs années il a été employé au port de Boulogne par M. Voisin, au port de Saint-Malo par M. Bellinger, à Lorient par M. Noyon, au port d'échouage de Calais par M. Le Blanc, et jusqu'à présent il ne présente aucune avarie.

*Ciment de Portland anglais.* — Le *ciment de Portland* est d'origine anglaise et depuis plus de vingt ans, il se fabrique en Angleterre. Sa consommation tant à l'intérieur qu'à l'extérieur est très-considérable : l'Angleterre en exporte surtout une très-grande quantité vers le littoral de la mer du Nord. On l'emploie aussi beaucoup en France et même jusqu'à Paris; il a servi notamment à l'exécution de grands travaux d'arts dans nos ports de l'Océan.

La supériorité du ciment de Portland est incontestable; son usage est extrêmement répandu : cependant sa fabrication nous est encore peu connue, et assurément il y a lieu de s'étonner qu'elle ait été aussi peu étudiée jusqu'à présent.

Il ne sera donc pas inutile d'en parler ici avec quelques détails.

Le ciment de Portland se fabrique en Angleterre avec de la craie qu'on mélange à une vase argileuse[1]. La craie s'exploite sur les bords de la Tamise, dans les couches moyennes et supérieures de ce terrain. La vase argileuse est celle qui est déposée par la Tamise et le Medway; elle demande à être choisie avec soin. Ces matières sont triturées sous des meules avec beaucoup d'eau; afin d'obtenir des parcelles très-fines et intimement mélangées, on les enlève par décantation en prenant seulement celles qui sont assez légères pour rester en suspension dans l'eau, et on les laisse se déposer dans des bassins. Quand le mélange boueux s'est desséché, on le soumet à la cuisson en élevant assez la température pour que la matière commence à se vitrifier : le ciment est ensuite trié, pulvérisé, puis mis dans des tonneaux.

[1] Professeur *Ansted*, Lecture X^e^, 19 mai 1852, Non metallic mineral manufactures.

Du ciment de Portland provenant de la fabrique de M. White a été mis à notre disposition par M. Darcel. Nous avons constaté que le poids du mètre cube était de... 1268 kil.

Sa contraction par le gâchage est de. . . . . 0,29

Son augmentation de poids est seulement de. . . . 0,19

Il fait généralement prise au bout de 20 minutes.

M. Vicat a déterminé la composition du ciment de Portland anglais, qui est la suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 68,11 |
| Silice. . . . . | 31,97 | 20,67 |
| Alumine. . . . . | | 10,43 |
| Oxyde de fer . . . . . | | 0,87 |

Cette composition est à peu près celle d'une chaux-limite.

L'échantillon analysé renfermait 4,08 d'eau et d'acide carbonique.

Lorsque ce ciment s'est solidifié après avoir été gâché avec l'eau, il prend une couleur qui lui donne une ressemblance éloignée avec le calcaire jurassique de Portland : c'est ce qui lui a valu le nom de ciment de Portland. Ce nom a été adopté par l'industrie ; bien que son choix ne soit pas très-heureux, il convient donc de le conserver. Le ciment duquel nous venons de parler a d'ailleurs des propriétés si différentes de celles du ciment ordinaire ou du ciment romain, qu'il est nécessaire de le désigner par un nom spécial.

*Ciment de Portland naturel.* — La fabrication du ciment de Portland, d'après la méthode suivie en Angleterre, ne laisse pas de présenter d'assez grandes difficultés.

On comprend, en effet, qu'il faut beaucoup de discernement dans le choix de la vase mélangée à la craie ; il faut aussi que le mélange soit bien intime et, de plus, qu'il y ait toujours les mêmes proportions de craie et d'argile : ce n'est donc qu'avec beaucoup de soins qu'on peut fabriquer un produit bien homogène.

Ces difficultés disparaîtraient en partie, si l'on prenait pour matière première un calcaire argileux dans lequel le mé-

lange intime serait déjà fait presque entièrement par la nature: on obtiendrait alors un ciment de Portland naturel, tandis que le ciment de Portland fabriqué en Angleterre est artificiel.

Après de longues recherches, M. Émile Dupont, habilement secondé par un chimiste, M. Demarle, est parvenu à réaliser ce progrès en fabriquant du ciment de Portland naturel.

Les brevets que M. E. Dupont a pris, tant en France qu'à l'étranger, nous permettent d'entrer dans quelques détails sur l'importante fabrication de son *ciment de Portland naturel.*

Le calcaire argileux qui sert à cette fabrication, se trouve dans le terrain crétacé inférieur. Sa pâte est à peu près homogène; il contient de 19 à 25 p. 100 d'argile. Les proportions de silice et d'alumine dans cette argile, peuvent varier, sans qu'il en résulte d'inconvénients; mais il importe d'éviter autant que possible le sable : on a donc soin de rejeter tout calcaire qui en contient plus d'un vingtième de son poids.

Pour obtenir un ciment de Portland artificiel, il n'est d'ailleurs aucunement nécessaire d'employer spécialement la vase argileuse déposée par certaines rivières; on peut en effet mélanger des calcaires, soit avec des marnes, soit avec des argiles : il suffit de composer un mélange de carbonate de chaux et d'argile ayant les proportions que nous venons d'indiquer.

Il est indispensable, toutefois, que ce mélange soit bien intime; car autrement, lors même qu'il renferme les proportions voulues, il peut ne pas donner du ciment de Portland. Aussi M. Dupont a-t-il adopté pour pulvériser les matières premières, des meules horizontales semblables à celles qui servent à moudre le blé. Au lieu d'employer beaucoup d'eau et de séparer ces matières par lévigation, comme on le fait dans le procédé anglais, il ajoute seulement la quantité d'eau nécessaire pour former une pâte plastique : à sa sortie des meules, cette pâte est immédia-

tement façonnée en briquettes, qu'on porte au four, lorsqu'elles sont convenablement desséchées.

Il est encore une autre condition essentielle de la pâte, c'est que sa composition soit bien homogène ; car sans cela, les parties plus riches en silice fondraient et formeraient un silicate qui ne se combinerait pas avec l'eau.

Dans la cuisson, il est de la plus haute importance de veiller à ce que la température soit suffisamment élevée. La température ordinaire des fours à chaux serait trop faible, car elle chasserait simplement l'eau et l'acide carbonique ; il faut nécessairement une chaleur blanche qui agglutine et fritte le mélange.

Du reste la température, quelque élevée qu'elle soit, n'est pas un inconvénient, parce que les parties qui auraient pu nuire à la qualité du produit entrent seules en fusion. Cette fusion donne donc le moyen de séparer les matières qui n'ont pas une composition convenable.

Après la cuisson, il est, du reste, nécessaire de faire un triage ; on extrait de la masse qui est frittée, les parties pulvérulentes ainsi que les parties scorifiées.

Voyons maintenant quelles sont les propriétés du ciment de Portland naturel de Boulogne-sur-Mer.

Au sortir du four, il présente des fragments crevassés par le retrait, ayant une couleur grise légèrement verdâtre. Sa poudre est d'une couleur un peu plus pâle. Le poids du mètre cube bluté et non tassé est de 1,270 kilog. ; il peut d'ailleurs s'élever jusqu'à 1,385 kilog. Le portland de Boulogne est donc plus dense que le portland anglais ; car celui de Newcastle ne pèse généralement que 1,265 kilog., et celui de Londres 1,200 kilog. seulement.

Par le gâchage, le Portland de Boulogne éprouve une contraction de. . . . . 0,30

Elle est la même que celle du ciment de Boulogne.

Le volume d'eau qui s'est combiné avec lui dans le gâchage est d'ailleurs de $0^{m},366$, d'après M. E. Dupont ; en poids, 1 ciment de Portland absorbe donc... 0,29 d'eau ;

par suite, à poids égal, le ciment de Portland demanderait beaucoup moins d'eau que le ciment ordinaire de Boulogne.

Cette différence doit sans doute être attribuée à ce que le ciment de Portland a été cuit à une température très-élevée; la même cause explique aussi la lenteur de sa prise, qui n'a lieu qu'au bout de douze ou même de dix-huit heures.

La prise lente du Portland de Boulogne peut être un obstacle à son emploi dans les travaux hydrauliques, qui ont à lutter contre des causes immédiates de destruction, comme, par exemple, les travaux à la mer, qui doivent s'exécuter entre deux marées; cependant il est possible de parer à cet inconvénient en recouvrant provisoirement le Portland par un ciment à prise rapide.

D'ailleurs, un ciment à prise rapide est toujours d'un emploi difficile; il exige souvent des ouvriers spéciaux, et en tout cas une surveillance très-active. Un ciment à prise lente, comme le Portland naturel, présente au contraire ce grand avantage qu'il peut être manié par des maçons ordinaires et qu'il se laisse regâcher après douze ou bien même après vingt-quatre heures.

La résistance à l'écrasement du ciment de Portland de Boulogne est surtout extrêmement grande. Il résulte en effet d'expériences faites par MM. Belgrand et Michelot qu'après une immersion d'une année, soit en eau de mer, soit en eau douce, elle s'élève à 45 et à 50 kilogrammes par centimètre carré. Le ciment de Portland anglais ne donne, dans les mêmes circonstances, que de 30 à 35 kilogrammes; le meilleur ciment romain donne seulement 12 à 15 kilogrammes.

Des mortiers composés d'un volume de Portland de Boulogne et de quatre volumes de sable, sont aussi résistants que ceux formés d'un volume de Portland anglais et deux volumes de sable. En outre, ils sont plus résistants que le ciment romain pur.

M. Voisin, ingénieur du port de Boulogne, a fait un grand nombre d'expériences pour déterminer le rendement, le prix de revient, ainsi que la résistance à la rupture des bétons

en ciment de Portland. Comme l'emploi de ce ciment est encore peu répandu en France, il est utile de réunir dans un tableau les principaux résultats obtenus par M. Voisin.

Il a composé des mortiers formés en volume de 1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6 de ciment, et de 1 volume de sable des dunes; puis il a mesuré le volume d'eau qui leur était nécessaire. Les éléments de la composition de ces mortiers sont donnés par les trois colonnes *a*, *b*, *c* du tableau qui suit; le rendement des mortiers se trouve dans la colonne *d*.

Les mortiers ont ensuite été mélangés à un volume égal de galets mouillés, de manière à former des bétons. Le rendement de ces bétons est dans la colonne *e*, leur poids moyen dans la colonne *f*, et leur prix de revient dans la colonne *g*. Enfin la colonne *h* donne le poids qui a produit la rupture de prismes de béton à section carrée, de $0^m,15$ de côté, posés sur deux appuis, distants de $0^m,80$, et chargés à leur milieu. Ces prismes avaient été desséchés à l'air sous un hangar, et ils étaient âgés de six jours.

| Mortiers. | | | | Bétons composés de volumes égaux de mortier et de galets. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Composition. | | | Rendement. | Rendement. | Poids moyen du mètre cube. | Prix de revient du mètre cube. | Poids produisant la rupture des prismes. |
| Ciment. (*a*) | Sable. (*b*) | Eau. (*c*) | (*d*) | (*e*) | (*f*) | (*g*) | (*h*) |
| vol. | vol. | vol. | vol. | vol. | kil. | fr. c. | kil. |
| 1 | 1 | 0.62 | 1.69 | 1.56 | 2,344 | 38 20 | 493 |
| 1/2 | 1 | 0 43 | 1.24 | 1.45 | 2,267 | 29 46 | 355 |
| 1/3 | 1 | 0.38 | 1.12 | 1.40 | 2,222 | 23 75 | 183 |
| 1/4 | 1 | 0.35 | 1.05 | 1.40 | 2,267 | 19 96 | 103 |
| 1/5 | 1 | 0.34 | 1.00 | 1.45 | 2,222 | 16 29 | 64 |
| 1/6 | 1 | 0.32 | 0.96 | 1.45 | 2,267 | 15 37 | 67 |

Quoique les expériences de M. Voisin aient été faites avec le plus grand soin, on peut remarquer quelques anomalies dans les nombres des colonnes *e*, *f* et même dans ceux de la colonne *h;* ces anomalies tiennent à ce que les galets n'ont aucune régularité et à ce qu'ils présentent nécessairement

des variations de volume et de poids, qui peuvent influer sur la résistance des prismes à la rupture.

— Nous avons fait dans le laboratoire des gangues avec le ciment de Portland de Boulogne. L'échantillon sur lequel nous avons opéré est celui dont nous donnons plus bas la composition : il était en fragments et les gangues ont été faites immédiatement après la pulvérisation du ciment. Au bout de plusieurs jours, elles ont présenté des crevasses qui indiquaient un retrait considérable.

Comme le ciment exposé au Palais de l'Industrie n'avait pas ces crevasses, il est probable qu'elles tiennent à ce que le ciment sur lequel on a opéré sortait du four, tandis que le ciment bluté qui a été emmagasiné pendant quelque temps, est toujours un peu hydraté et moins sujet aux retraits.

Nous avons remarqué d'ailleurs que l'eau qui baignait les gangues était fortement chargée de chaux ; dans le Portland naturel, la chaux est donc en excès et elle n'entre pas tout entière en combinaison dans un hydrosilicate.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 65.13 |
| Magnésie.. . . . . | | 0.58 |
| Silice. . . . . | 34.35 | 20.42 |
| Alumine et un peu d'oxyde de fer. | | 13.87 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | Traces. |

Dans une analyse du même ciment, M. Vicat a trouvé seulement 61,75 de chaux. Sa composition se rapproche beaucoup de celle du Portland anglais que nous avons donnée précédemment.

On voit que le ciment de Portland naturel renferme les mêmes substances élémentaires que la chaux-limite de M. Vicat, et que de plus ces substances sont dans les mêmes proportions. Mais par suite de la cuisson à une température élevée, il s'est produit entre elles un état particulier de combinaison, qui donne à ce ciment les propriétés remarquables dont il jouit.

Le prix du ciment de Portland est de 8 francs le quintal, rendu, soit à Paris et sur le chemin de fer du Nord, soit sous vergues dans les ports du littoral. Ce prix est inférieur à celui du Portland anglais, auquel il paraît cependant devoir être préféré, puisqu'il a une plus grande résistance.

Bien que le ciment de Portland soit depuis peu de temps naturalisé en France, il n'a pas tardé à fixer l'attention des constructeurs, et l'administration de la marine vient de conclure un marché pour l'employer dans les travaux du port de Cherbourg. Il est employé aussi pour les travaux du port de Boulogne, dans lequel il est livré au prix de 6 fr. 50 cent.

Dans une importante publication qui remonte déjà à 1851, M. Vicat a fait voir que les chaux brûlées ou cuites jusqu'à ramollissement, produisent des ciments à prise très-lente, mais qui deviennent ensuite extrêmement durs. Ces recherches et celles de M. Demarle, ont été mises à profit de la manière la plus heureuse par M. Émile Dupont.

Il a reconnu, en effet, qu'il est possible de fabriquer du ciment de Portland naturel avec des calcaires argileux dont il a découvert le gisement. Le premier en France il a créé une grande usine dans laquelle il fabrique régulièrement un ciment de qualité supérieure. Il a doté notre pays d'une industrie nouvelle pour laquelle nous étions, jusque dans ces derniers temps, complétement tributaires de l'étranger; aussi la XIV^e^ Classe n'a-t-elle pas hésité à donner une médaille de 1^re^ classe à M. E. Dupont.

M. J.-A. Lebrun (n° 4306).

*Ciment de Moissac.* — M. Lebrun a présenté un ciment très-remarquable qui provient de son usine de Moissac, sur le Tarn. Il occupe environ une trentaine d'ouvriers. Donnons quelques détails sur sa fabrication, qui diffère un peu de la fabrication ordinaire.

Le calcaire qui donne le ciment est d'abord pulvérisé : à cet effet, il passe sous une première meule verticale qui le dégrossit, puis sous une meule horizontale qui le réduit en

une poudre très-fine. Cette poudre est ensuite portée dans un bassin dans lequel on fait arriver la quantité d'eau nécessaire pour en former une pâte. On la répand sur une aire; puis, au moyen d'un couteau à plusieurs lames, on la coupe sur place en forme de briques.

Lorsque les briques sont sèches, on les fait cuire à une température très-élevée. Le four employé est circulaire; il a $1^{m},80$ de diamètre maximum, et 7 à 10 mètres de hauteur. Ses parois doivent être en pierres réfractaires. Les produits qui sortent du four sont de nouveau pulvérisés.

On compose d'ailleurs le ciment de Moissac en y introduisant des matières qui agissent comme pouzzolanes énergiques, telles que les surcuits vitrifiés des fours à chaux, les laitiers et les scories de forge, les argiles cuites, ainsi que les parties vitrifiées dans la cuisson de la tuile et de la brique. Ces matières sont quelquefois mélangées à la pierre calcaire avant sa cuisson; mais on peut aussi s'en dispenser et les mélanger au ciment cuit au moment où on le pulvérise.

Quelquefois aussi on mélange le charbon ou le coke nécessaire à la cuisson de la pierre calcaire, avant que cette pierre ne soit réduite en poudre sous la meule.

Quelle que soit la marche suivie, ce procédé de fabrication se rapproche de celui employé pour le ciment de Portland, en ce que les matières sont pulvérisées et intimement mélangées avant la cuisson qui a lieu à une température très-élevée.

Voici maintenant quelles sont les propriétés du ciment de Moissac.

C'est une poudre grise ou blanchâtre qui contient quelquefois des parcelles de charbon. Il fait une légère effervescence avec les acides, et il perd 8,7 par la calcination. Sa prise est très-lente, comme dans les ciments chauffés à une température voisine de la vitrification; elle n'a lieu qu'au bout de dix-huit heures. L'eau qui baigne la gangue ne se charge pas de chaux qui reste presque entièrement en combinaison.

Ce ciment est de bonne qualité; il adhère très-bien aux surfaces avec lesquelles il faut le raccorder. On peut le mélanger avec trois volumes de sable. Il est nécessaire d'y ajouter seulement $\frac{1}{8}$ de son volume d'eau, ce qui donne une pâte sableuse légèrement humide. Il peut recevoir la peinture sans aucune application intermédiaire; cette peinture y adhère très-bien et elle ne s'écaille aucunement. Les échantillons de ciment recouverts de peinture, qui se trouvaient à l'Exposition, ont fixé d'une manière spéciale l'attention du Jury.

Mais la propriété la plus remarquable du ciment de Moissac est de ne pas se fissurer, lors même qu'il a été exposé à l'action de l'air pendant plusieurs années. De tous les ciments de l'Exposition, c'était celui dans lequel il y avait le moins de fissures : on comprend par conséquent que, toutes choses égales, il doit beaucoup mieux résister aux dégradations.

Il est d'ailleurs très-compacte et complétement imperméable; car, lorsqu'on en fait de petits godets, même à parois très-minces, ils surnagent très-bien au-dessus de l'eau. Il ne s'altère pas à la gelée : un certificat de l'architecte et des ingénieurs de la Haute-Garonne constate même qu'il peut être moulé sans inconvénient par la gelée et rester immédiatement exposé aux intempéries.

Il devient extrêmement dur et résistant. D'après des expériences faites par MM. Esquié, Berdoulat et Bergès, au bout d'une année, la résistance à l'écrasement du mortier formé de 1 de ciment et de 3 de sable, s'élèverait à 81 kilogrammes. Au bout de neuf mois cette résistance serait déjà de 77 kilogrammes. Dans ces expériences, la résistance de la brique était comprise entre 56 et 68 kilogrammes; celle de la pierre de Beaucaire, qui est de très-bonne qualité, s'élevait à 89 kilogrammes.

Les mêmes expérimentateurs ont déterminé la résistance du ciment à l'usure par le frottement. Ils ont employé pour cela un foret conique chargé d'un poids de 10 kilogrammes,

auquel on imprimait un mouvement de rotation à l'aide d'un vilebrequin. Dans chaque expérience le nombre des tours a été de 42 : le tableau suivant fait connaître le diamètre de la base du cône creusé par le foret, ainsi que le volume en millimètres cubes de la matière enlevée.

| Numéro de l'expérience. | Nature des matériaux essayés. | Trou foré. | |
|---|---|---|---|
| | | Diamètre. Millimètres. | Volume. Millimètres cubes. |
| 1 | Ciment pur. . . . . | 7.5 | 20 |
| 2 | 1 Ciment, 1 Sable torréfié. . . . . | 8 | 34 |
| 3 | 1 Ciment, 2 Sable *id.* . . . . . | 17 | 322 |
| 4 | 1 Ciment, 3 Sable *id.* . . . . . | 22* | 697 |
| 5 | Marbre blanc de St-Beat. . . . . | 8 | 28 |
| 6 | Brique. . . . . | 22* | 697 |
| 7 | Pierre de Beaucaire. . . . . | 22* | 2,977 |
| 8 | Pierre de Belbèze. . . . . | 22* | 792 |

Il résulte de ce tableau que le ciment de Moissac résiste plus à l'usure qu'aucune pierre calcaire. En effet, sa résistance est un peu supérieure à celle du marbre blanc de Saint-Béat, et elle est aussi bien supérieure au calcaire de Belbèze qui sert à faire les dallages à Toulouse. Si l'on admet que la résistance soit représentée par le rapport inverse des volumes enlevés par le foret, elle serait à peu près quarante fois plus grande dans le ciment pur que dans la pierre de Belbèze.

La résistance à l'usure est d'ailleurs d'autant plus grande que le ciment a été plus comprimé, car dans les expériences n$^{os}$ 1, 2, 3, il a été comprimé au mouton, tandis que dans l'expérience n° 4 il a été simplement comprimé à la main. Elle diminue d'ailleurs quand la proportion de sable augmente.

Lors même que le ciment de Moissac est mélangé de 3 de sable, sa résistance à l'usure est encore supérieure à celle de la pierre de Belbèze.

* Le cône de l'aiguille tout entier avait pénétré dans la substance essayée.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 45.40 |
| Magnésie | | 1.89 |
| Silice | 49.90 | 29.86 |
| Alumine et traces d'oxyde de fer. | | 20 04 |
| Sulfate de chaux | | 2.81 |

Le ciment de Moissac diffère du ciment de Portland ; sa composition est, en effet, celle des ciments énergiques : ses qualités, qui sont précieuses, paraissent tenir surtout à ce que sa cuisson est poussée jusqu'à la vitrification.

Le prix du quintal métrique est de 5 francs à Moissac et de 8 francs à Paris.

— Le ciment de Moissac a été fréquemment employé par les ingénieurs et les architectes de la Haute-Garonne.

On s'en est servi pour fabriquer des dalles analogues à celles desquelles nous parlerons plus loin et qui ont été exposées par M. Christofoli, de Padoue. Voici quel est le procédé suivi : un moule prismatique en bois est placé sur une aire métallique en tôle de fer ou de zinc, ou bien en fonte. On coule dans le moule et sur une épaisseur de 5 millimètres seulement, du mortier de ciment de la meilleure qualité ; ce mortier, qui vient s'appliquer sur l'aire métallique, doit former la surface de la dalle, et il résiste d'autant mieux à l'usure que le ciment est plus pur ; on achève ensuite de remplir le moule avec du mortier ordinaire. On enlève ce qui dépasse avec une règle et on comprime la dalle de ciment au moyen d'un levier sur lequel on frappe avec une massue.

On fait ensuite glisser le moule sur l'aire métallique, on le retourne, puis on l'enlève en ayant soin de refaire avec une truelle les parties de la dalle qui se sont altérées dans cette opération. On emploie toujours du sable torréfié pour faire le mortier de ciment. C'est seulement au bout de deux jours que la dalle a pris une dureté assez grande pour qu'il soit possible de la mettre en place.

Quelquefois, pour plus d'économie, on compose la partie

inférieure de la dalle avec du mortier ordinaire qui est mélangé d'une grande quantité de cailloux, et la partie supérieure seule est en ciment, dont on applique une couche mince au moyen d'une truelle.

On fait, par les procédés qui viennent d'être indiqués, des dalles et des carreaux de toutes dimensions. Il est facile d'avoir des dalles assez grandes pour les trottoirs; mais on peut aussi exécuter des dallages en ciment sur place, comme cela a lieu pour l'asphalte. A cet effet, on commence par mettre une couche de mortier grossier sur l'emplacement destiné au dallage; on répand ensuite une couche de mortier fin par-dessus, et on met à la main des cailloux concassés; on comprime ensuite le dallage avec un battoir et on aplanit la surface en y faisant passer un rouleau; enfin, on termine le dallage par une troisième couche qui est en mortier de ciment fin.

Des dallages en ciment de Moissac ont été exécutés à Toulouse, dans les rues du Pont et du Coutelier, dans lesquelles la circulation est très-active; or un procès-verbal de M. Esquié, architecte du département, constate qu'ils sont encore en bon état et que leur usure est très-faible, bien qu'ils soient faits depuis dix ans.

Le prix du mètre carré mis en place est payé 6 fr. 50 cent. par la ville de Toulouse. Les dallages en asphalte reviennent seulement à 6 francs, mais leur durée est moindre. La grande résistance à l'usure du ciment de Moissac permettrait donc de l'employer avantageusement à des dallages pour les trottoirs, les cours, les passages.

Le ciment de Moissac peut encore très-bien servir à faire des seuils, des marches d'escalier ainsi que des corniches et toutes sortes de moulages. On a même proposé d'en faire des cercueils. On peut estimer que le prix moyen du mètre cube de ces objets serait de 42 fr. 50 cent.; il serait à peu près moitié de celui qu'ils atteindraient s'ils étaient exécutés en pierre de taille.

Les moulages de M. Lebrun sont généralement faits dans

des moules de fonte et le mortier y est fortement pilonné; lorsque ce sont des corniches, par exemple, un vide est ménagé dans leur intérieur; il en résulte d'abord une économie de la matière, et, en outre, la masse de ciment étant moins grande, les retraits sont par cela même moins à craindre.

Lorsqu'un moulage a été fait avec 1 de ciment et 3 de sable, l'on a un mortier poreux et dont le grain est grossier; mais on peut le rendre imperméable en appliquant avec le pinceau, sur sa surface, une couche de ciment pur délayé dans son volume d'eau; cette couche de ciment est d'ailleurs très-propre à recevoir de la peinture.

L'expérience montre que les ciments qui s'altèrent et se détruisent le plus rapidement, sont ceux qui éprouvent des retraits et qui sont traversés par de nombreuses fissures; cela est surtout vrai pour les ciments employés à la mer. Nous sommes donc porté à croire que le ciment de Moissac pourrait résister à l'action de l'eau de mer; aussi M. Lebrun propose-t-il d'en faire des blocs de béton dont la surface serait recouverte d'une couche imperméable de ciment pur.

Le ciment de Moissac a été employé pour des restaurations d'églises gothiques, nous citerons notamment celle de l'église de Saint-Jory, faite sous la direction de M. Virebent.

En 1830, M. Lebrun a moulé de toutes pièces la maison qu'il habite à Moissac. Cette maison, qui est décorée d'arcades, est d'une architecture très-élégante.

Les parements et les façades entières de plusieurs maisons de Toulouse ont de même été moulées en ciment.

Enfin le ciment de Moissac a encore servi à faire des voûtes et à construire entièrement des ponts; nous citerons notamment les ponts de Montant et de Grisolles, ainsi que le pont de l'écluse d'Alby, qui est composé d'une seule arche ayant $31^{m},5$ d'ouverture sur $2^{m},6$ de flèche. Les ingénieurs ainsi que les architectes du Tarn et de la Haute-Garonne qui l'ont employé, ont toujours obtenu les meilleurs résultats dans des travaux extrêmement nombreux et variés; il importe donc de signaler d'une manière toute spé-

ciale le ciment de Moissac à l'attention des constructeurs.

MM. Arnaud et Carrière (n° 4246).

*Ciment de la Porte-de-France.* — Il existe dans le département de l'Isère plusieurs fabriques de ciment et de chaux hydraulique, mais la plus importante est de beaucoup celle de la Porte-de-France, près de Grenoble, qui est même l'une des plus remarquables que nous ayons en France.

Cette fabrique, fondée par MM. Arnaud et Carrière, est dirigée, avec beaucoup d'habileté, par M. J. Vendre. Elle peut assurément être citée comme un modèle; aussi la ferons-nous connaître avec quelques détails.

Le ciment de la Porte-de-France s'extrait du calcaire qui porte en géologie le même nom et qui correspond à l'assise supérieure de l'étage oxfordien. Ce calcaire est très-développé aux environs de Grenoble, et il s'exploite dans la commune de Saint-Martin-le-Vinoux. Sa découverte est due aux indications de M. le colonel du génie Breton, ainsi qu'à MM. Vicat et E. Gueymard; elle date seulement de 1842.

Le banc qui fournit le ciment est un calcaire marneux compacte, gris noirâtre, homogène, ayant une épaisseur de $4^m,5$. Il plonge sous un angle de 75° vers le N.-O.

On l'exploite à ciel ouvert en enlevant une couche d'argile qui le recouvre et qui a la même épaisseur que lui. Il est assez dur pour qu'il soit nécessaire d'employer la poudre. Il renferme environ 24 p. 100 d'argile. Quelque homogène qu'il soit, le calcaire qui donne un ciment naturel, renferme toujours des parties qu'il est bon d'éliminer; aussi est-il soumis à un triage exécuté par des ouvriers expérimentés. Pour le passer au four on le réduit en morceaux de la grosseur du poing.

Les fours sont au nombre de sept. Tous sont à feu continu. Ils ont $7^m,8$ de hauteur et $5^m,10$ de largeur au ventre; leur partie supérieure est cylindrique et sa largeur est de $4^m,80$; leur partie inférieure est au contraire conique et sa largeur est seulement de $1^m,06$. On a reconnu qu'en donnant à ces fours de grandes dimensions, il y a économie de combus-

tible et que la cuisson du ciment est aussi plus complète.

Le combustible employé est de l'anthracite menue; elle dégage plus de chaleur que la houille, on la mouille avant de la jeter dans le four. Après avoir disposé à la partie inférieure du four la quantité de paille et de fagots nécessaire pour l'allumer, le chaufournier met alternativement un lit de calcaire à ciment et d'anthracite. La consommation moyenne est de 235 kilogr. d'anthracite par mètre cube.

On décharge partiellement les fours deux fois par jour; le ciment qui en sort doit y avoir séjourné au moins 50 heures.

Il est indispensable pour avoir toujours un ciment de bonne qualité, de soumettre les produits sortant du four à un triage très-soigné. On met de côté les incuits ainsi que les parties blanchâtres qui sont trop riches en chaux pour donner du ciment; en outre on sépare les parties scorifiées de celles qui sont simplement agglutinées.

Les parties scorifiées forment à peu près le quart de la fournée; elles résultent d'une température trop élevée, et donnent un ciment à prise lente.

Les parties agglutinées donnent au contraire le ciment à prise prompte.

Après ce triage, le ciment est broyé dans cinq moulins. Ces moulins ont des moteurs hydrauliques d'une force totale de 75 chevaux. A sa sortie des meules, la poudre de ciment tombe dans une grande bluterie en toile métallique, puis on l'emmagasine dans dix silos qui peuvent contenir 13,000 quintaux métriques.

L'expérience a montré qu'il y a de graves inconvénients à employer le ciment au moment où il sort des meules; en effet, sa prise est trop prompte et de plus il se fendille. On ne le met dans des tonneaux que lorsqu'il est resté dans les silos pendant trois mois. Comme le fait remarquer M. J. Vendre, l'emmagasinage du ciment présente encore un autre avantage; car en mélangeant le ciment provenant de fournées différentes, on obtient un ciment beaucoup plus homogène.

Pour expédier le ciment, on le met dans un tonneau garni de papier à l'intérieur et on le tasse légèrement avec un pilon. Le poids du tonneau de ciment est au plus de 300 kilogrammes.

Tel est le procédé suivi pour la fabrication du ciment de la Porte-de-France. Voyons maintenant quelles sont les propriétés du ciment à prise prompte et du ciment à prise lente.

*Ciment à prise prompte.* — Ce ciment a une couleur jaunâtre foncée; il se laisse facilement réduire en poudre. L'échantillon examiné faisait une très-faible effervescence avec les acides; sa perte par calcination était seulement de 3,4 p. 100.

Gâché avec l'eau en proportion convenable, la prise a eu lieu au bout de 5 minutes : elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. La gangue formée n'a cédé qu'une petite quantité de chaux à l'eau qui l'immergeait; sa dureté a été en croissant. Sa résistance à la traction s'est élevée à 2 kilog. 55. Par le gâchage, 1 mètre cube bluté, pesant 1318 kil., éprouve une contraction de. . . . . 0,11

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,23

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 55.98 |
| Magnésie.. . . . . | | 0.37 |
| Silice et un peu de sable. . . . . | 40.31 | 22.10 |
| Alumine et oxyde de fer. . . . . | | 18.21 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 3,34 |

C'est un ciment ordinaire qui se rapproche des ciments-limites inférieurs de M. Vicat.

Il renferme une proportion de sable qui est variable.

Le ciment à prise prompte doit être préféré pour les travaux hydrauliques ou souterrains.

*Ciment à prise lente.* — Le ciment à prise lente a une couleur brune très-foncée ou grise; il est scorifié et il se réduit très-difficilement en poudre. Sa perte par calcination est seulement de 2,70.

Sa prise a eu lieu au bout de 10 minutes seulement.

D'après M. J. Vendre, elle demande 15 à 25 minutes, lorsque le ciment est mélangé à son volume de sable, comme cela a lieu généralement dans la pratique. Sa résistance à la traction est de $3^k,60$ par centimètre carré. Par le gâchage, 1 mètre cube bluté, pesant 1375 kil., éprouve une contraction de. . . . . 0,15

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,21

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 51.63 |
| Magnésie.. . . . . | | 0.37 |
| Silice. . . . . | 42.30 | 22.61 |
| Alumine et oxyde de fer. . . . | | 19.79 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 5.60 |

Il appartient aux ciments ordinaires de M. Vicat.

Il contient une forte proportion de sulfate de chaux.

Il y a d'ailleurs peu de différence entre la composition du ciment prompt et du ciment lent; cependant le dernier contient un peu moins de chaux et au contraire plus de silice combinée. Cette composition doit aussi le rendre un peu plus fusible que le ciment prompt.

Le ciment lent convient très-bien pour les travaux extérieurs, surtout lorsqu'ils sont exposés aux intempéries. De même que le ciment prompt et que tous les autres ciments des environs de Grenoble, il s'altère dans l'eau de mer.

— Le prix de revient du ciment de la Porte-de-France est, d'après M. J. Vendre, de 3 fr. 93 cent. par quintal. Son prix de vente est de 5 francs, à Grenoble.

Le tableau suivant fait connaître l'augmentation de ce prix de vente, par suite du transport sur les principaux lieux de consommation.

| | | |
|---|---|---|
| France. . . | Lyon, Avignon. . . . . | 7f 00c |
| | Marseille.. . . . . | 8 00 |
| Algérie. . . | Alger.. . . . . | 10 00 |
| Savoie. . . | Chambéry. . . . . | 6 95 |
| | Annecy. . . . . | 8 85 |
| Suisse.. . . | Genève. . . . . | 9 75 |
| | Lauzanne. . . . . | 10 40 |
| Piémont. . | Turin. . . . . | 11 25 |

| | | |
|---|---|---|
| Sicile . . . | Palerme. . . . . | 10 45 |
| Autriche. . | Milan. . . . . | 13 40 |
| | Venise. . . . . | 10 50 |
| Égypte. . . | Alexandrie. . . . . | 12 05 |
| Amérique.. | Buénos-Ayres. . . . . | 12 25 |

La production du ciment de la Porte-de-France est très-considérable; en 1854, elle s'est élevée à 39,271 quintaux métriques.

La plus grande partie est consommée en France et en Algérie. Il n'y en a guère que 0,1 qui se vende en Savoie et en Piémont, et seulement 0,06 à Buénos-Ayres.

Les applications que le ciment de la Porte-de-France est susceptible de recevoir sont extrêmement nombreuses. Il a été fréquemment employé par l'administration des Ponts et chaussées, surtout en Algérie ; on peut citer notamment les travaux exécutés par MM. de Lannoy, Billard et Lebiez. MM. Giret et Pascal l'ont également employé pour les travaux des ports de Cette et de la Joliette.

Dans le Génie militaire, M. le capitaine Sauttier s'en est servi au fort des Rousses (Jura); M. le général de Chabaud-Latour, à Alger; M. le colonel Urtin, à Embrun et à Mont-Dauphin ; M. le capitaine Devèze, à Briançon.

Le ciment de la Porte-de-France a encore servi pour les travaux du chemin de fer de Lyon à la Méditerranée, du Grand-Central et du chemin de fer de Saint-Rambert.

A l'aide de la presse hydraulique, on en fait aussi des marches d'escalier, des dalles, ainsi que des carrelages coloriés très-élégants. Les marches d'escalier de $0^{m},25$ de largeur se vendent au prix de 3 francs le mètre courant; les dalles, au prix de 3 fr. 50 cent. le mètre carré ; enfin les carrelages coloriés reviennent au prix de 4 fr. 30 cent. le mètre carré.

Les carrelages coloriés qui avaient été envoyés à l'Exposition étaient assez remarquables. Tous ces objets sont fabriqués à la presse ; ils présentent une grande dureté et paraissent devoir être d'un bon usage.

Le ciment de la Porte-de-France prend bien le poli; il se moule parfaitement bien, et on peut en faire toutes sortes d'ornements, tels que corniches, balustrades, modillons, vases, bas-reliefs, statues. La statue colossale d'Uriage-les-Bains, qui représente le Génie des Alpes, est tout entière en ciment de la Porte-de-France. Son poids dépasse 330 quintaux métriques.

Une fabrication très-importante à laquelle le ciment de la Porte-de France est éminemment propre, est celle des conduites pour les eaux et pour le gaz.

Les tuyaux se font sur place, en coulant dans un moule un mortier formé de trois volumes égaux de ciment, de sable, de graviers. On mélange d'abord le ciment et le sable, puis on ajoute les graviers.

Le tableau suivant donne tous les éléments de leur fabrication pour des diamètres intérieurs compris entre 0,06 et 0,23; on suppose d'ailleurs que le prix du ciment est de 5 francs le quintal et celui du sable de 2 fr. 50 cent. le mètre cube. En regard se trouvent les prix des conduites en fonte de même diamètre :

| Conduites en ciment. | | | | | | | Conduites en fonte. — |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diamètre intérieur. | Poids du ciment. | Prix du ciment. (1) | Quantité de sable employée pour le mortier. | Prix du sable. (2) | Main-d'œuvre. (3) | Prix de revient d'un mètre courant. (1) (2) (3) | Prix de revient par mètre courant. |
| m. c. | kil. | fr. c. | m. c. | fr. c. | fr. c. | fr. c. | fr. c. |
| 0.06 | 18 | 0 90 | 0.04 | 0 50 | 0 25 | 1 25 | 3 70 |
| 0.08 | 26 | 1 30 | 0.05 | 0 13 | 0 30 | 1 73 | 5 35 |
| 0.11 | 31 | 1 66 | 0 08 | 0 20 | 0 35 | 2 21 | 8 06 |
| 0.14 | 38 | 1 90 | 0.10 | 0 25 | 0 45 | 2 60 | 10 40 |
| 0.16 | 50 | 2 50 | 0.13 | 0 33 | 0 55 | 3 38 | 12 69 |
| 0.19 | 69 | 3 45 | 0.16 | 0 40 | 0 85 | 4 70 | 17 54 |
| 0.21 | 78 | 3 90 | 0.19 | 0 48 | 1 » | 5 38 | 22 39 |
| 0.23 | 88 | 4 40 | 0.22 | 0 55 | 1 15 | 6 10 | 25 00 |

Les conduites en ciment sont plus lourdes que les conduites en fonte, mais cela ne présente pas le même inconvénient que pour les conduites en pierres, puisqu'elles sont

fabriquées sur place, La différence entre leurs prix est d'ailleurs très-notable ; ainsi, pour le diamètre $0^m,06$, le prix est seulement le tiers, et il se réduit même au quart pour le diamètre $0^m,23$. Ajoutons à cet avantage que les conduites en ciment ne s'engorgent pas par des concrétions calcaires et ferrugineuses, tandis que l'expérience faite à Grenoble a montré que les conduites en fonte d'un petit diamètre, sont complétement obstruées au bout de quelques années.

De plus, tandis que la fonte se détruit peu à peu par l'oxydation, le ciment durcit au contraire indéfiniment.

— Des expériences de M. J. Vendre constatent du reste que les conduites en ciment supportent, avant de se rompre, des pressions qui vont en croissant très-rapidement avec l'âge du ciment. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur le tableau suivant : il fait connaître quelles sont les pressions intérieures supportées par des conduites d'âges différents, qui ont été fabriquées le même jour, dans les mêmes conditions, avec volumes égaux de ciment, de sable et de gravier. Les pressions ont été exercées avec la presse hydraulique ; elles ont été déterminées au moment où l'eau commençait à suinter sur toute la surface de la conduite : elles sont d'ailleurs exprimées en atmosphères.

| Age de la conduite. | Pression supportée en atmosphères. |
|---|---|
| | Atmosphères. |
| Le jour même de la fabrication. | 0,48 |
| 1/2 mois après la fabrication. | 2,30 |
| 1 mois. | 4,13 |
| 2 mois 1/2. | 5,86 |
| 3 mois. | 7,49 |
| 4 mois. | 8,54 |
| 5 mois. | 9,41 |
| 6 mois. | 10,08 |
| 7 mois. | 10,85 |
| 8 mois. | 11,52 |
| 9 mois. | 12,19 |
| 10 mois. | 12,86 |
| 11 mois. | 13,44 |
| 12 mois. | 13,92 |
| 24 mois. | 20,45 |
| 36 mois. | 23,52 |
| 48 mois. | 25,54 |

Au bout de quelques mois, la résistance des conduites en ciment est bien supérieure à la pression qu'elles ont habituellement à supporter dans les conduites d'eau.

Les conduites en ciment présentent des avantages qui n'ont pas tardé à être appréciés et dès à présent l'usine de la Porte-de-France en a posé plus de 200,000 mètres, pour des particuliers, pour des communes ou pour l'État.

Depuis plusieurs années déjà, des conduites d'eau en ciment fonctionnent dans les villes de Grenoble et du Grand-Lemps dans l'Isère, de Valence et de Romans dans la Drôme, de Chambéry et d'Annecy dans la Savoie, de Philippeville et de Sétif en Algérie. Partout elles ont donné les meilleurs résultats, comme le constatent les certificats des ingénieurs, des officiers du génie et des architectes qui les ont établies; de plus, elles ont permis de réaliser sur ces travaux des économies considérables.

— Il existe encore d'autres fabriques de ciment dans le département de l'Isère; mais jusqu'à présent il n'en est aucune qui ait l'importance de l'usine de la Porte de France.

M. Rostan (n° 1842).

*Ciment de Champ-Rond.* — Une fabrique de ciment créée par M. Rostan, à la fin de l'année 1854, se trouve à Champ-Rond, commune de Vif, près de Grenoble.

Cette fabrique possède des carrières étendues ainsi que des chutes d'eau qui pourraient être utilisées pour la mouture. Elle occupe seulement une vingtaine d'ouvriers, recevant de 2$^{f}$,50 à 3$^{f}$,50 par jour.

Le *ciment de Champ-Rond* a une couleur jaune brunâtre. L'échantillon essayé ne faisait pas effervescence et sa perte par calcination était seulement de 2,55.

Sa prise est prompte, elle a lieu en 5 minutes : la gangue s'échauffe fortement, et son durcissement va constamment en augmentant; de plus, la chaux reste tout entière en combinaison dans le ciment, car l'eau qui baigne la gangue est parfaitement limpide.

La résistance à la traction a été déterminée approximati-

vement par le procédé que nous avons indiqué; elle est, au bout de 8 jours, de $2^k,18$.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 56,17 |
| Magnésie | | 0,29 |
| Silice | 43,17 | 26,44 |
| Alumine et un peu d'oxyde de fer | | 16,73 |
| Sulfate de chaux | | 0,37 |

Le calcaire argileux qui produit ce ciment est en bancs homogènes; car une analyse faite quelques mois auparavant, à l'école des Ponts et Chaussées, a donné à peu près les mêmes résultats.

Le ciment de Champ-Rond appartient aux ciments énergiques de M. Vicat : c'est un produit de très-bonne qualité. Son prix de vente à Grenoble varie de $4^f,50$ à $5^f,50$.

Il est propre à faire tous les travaux hydrauliques qui s'exécutent ordinairement en ciment, ainsi que les tuyaux de conduites, les dallages, les ornements et les moulages délicats. C'est la fabrique de Champ-Rond qui avait exposé la statue du Mineur se trouvant dans la cour du Panorama; cette statue était assez remarquable, mais elle présentait un grand nombre de petites fissures. Des fissures semblables s'observent d'ailleurs dans la plupart des ouvrages en ciment qui ont été exposés pendant quelque temps à l'action de l'air.

D'après les ordres du maréchal Vaillant, le Génie militaire de Grenoble vient d'employer le ciment de Champ-Rond à la construction de barraques pour le campement des troupes. Ces barraques, coulées en ciment mêlé de sable et de pierrailles, présentent une voûte ogivale de $4^m,6$ de largeur sur $4^m,2$ de hauteur. Si l'essai qui vient d'être tenté réussit, il permettra de réaliser une économie notable dans la construction des barraques de soldats et des logements d'ouvriers.

La production de l'usine de Champ-Rond a été très-faible jusqu'à présent; elle pourrait cependant s'élever à 300 quintaux métriques par année.

MM. Dumolard et Viallet (n° 4279).

Le ciment grenoblois s'exploite à la porte de France près de Grenoble.

Le calcaire argileux qui le fournit contient, d'après M. E. Gueymard, 23 d'argile sur 77 de carbonate de chaux.

C'est seulement en 1852 qu'une fabrique de ciment a été établie par MM. Dumolard et Viallet, à proximité de celle de la Porte-de-France, qui est beaucoup plus ancienne. La qualité du ciment qu'on obtient est, du reste, à très-peu près la même. Comme à l'usine de la Porte-de-France, on fabrique par les mêmes procédés du ciment prompt et du ciment lent. Sa résistance est très-considérable ; car, d'après des expériences de M. Gentil, ingénieur des Ponts et Chaussées, elle serait de 30$^{k}$ par centimètre carré pour un mortier âgé de 5 mois, et formé de volumes égaux de sable et de ciment grenoblois. Or un mortier de ciment de Vassy, composé de la même manière et âgé d'un an, a seulement une résistance de 15 kilog. Le poids du mètre cube du ciment grenoblois est à peu près de 1000 kilog. Nous avons constaté que dans le gâchage de ce ciment bluté, la contraction de l'unité de volume est de. . . . . 0,28 ;
l'augmentation de l'unité de poids est de. . . . . 0,5.

Un volume de ciment grenoblois peut supporter le mélange d'un volume de sable et de 2 volumes de gravier ; il en résulte 2 1/2 volumes de mortier. Il suffit d'ailleurs qu'on mélange 1 volume de ciment avec 1 1/2 volume de sable, pour qu'il n'y ait plus de fendillements.

Le ciment grenoblois peut être employé aux mêmes usages que le ciment de la Porte-de-France ; il est donc inutile de les mentionner de nouveau. Parmi les ouvrages exécutés avec ce ciment, signalons seulement les bassins du collége de Chambéry, les conduites d'eau de Morestel (Isère), celles de Bauzel (Savoie), les conduites de l'usine à gaz de Vizille (Isère).

MM. Boulet et Feuillet (n° 4259).

M. Boulet a fondé à Corbigny une usine dans laquelle il

fabrique depuis 1839 du *ciment* et de la *chaux hydraulique*. Il occupe environ 12 ouvriers qui reçoivent 1ᶠ,75. Il emploie pour moteur des chevaux qui font tourner les meules servant à pulvériser ses produits. M. Boulet a aussi exposé du tripoli ainsi que des pierres lithographiques, qu'il a découvertes et qu'il pourrait livrer au prix de 80 c. le mètre carré.

— *Ciment de Corbigny.* — Le ciment de Corbigny est des plus remarquables. Il s'exploite dans le terrain liasique.

Celui que nous avons examiné était une poudre brunâtre. Il faisait une légère effervescence avec l'acide chlorhydrique et il dégageait un peu d'hydrogène sulfuré, indiquant la présence d'un sulfure. Sa perte par calcination, qui consistait en eau et en acide carbonique, était de 5,5. Sa résistance à la traction est supérieure à 2ᵏ,13.

Le poids du mètre cube du ciment bluté s'élève à 950 kil. Dans le gâchage, 1ᵐ·ᶜ· de ce ciment bluté, pesant 902 kil., éprouve une contraction de. . . . . 0,23;
l'augmentation de l'unité de poids est de. . . . . 0,38,
c'est-à-dire double de ce qu'elle est dans le ciment de Portland d'Angleterre (p. 255).

Sa prise est prompte; elle a lieu au bout de 3 à 4 minutes seulement, et avec un échauffement considérable. Il acquiert immédiatement une grande dureté. L'eau qui baigne sa gangue ne se charge pas de chaux. Il est extrêmement compacte et imperméable; aussi peut-il servir à faire des siphons ou des tuyaux de conduite, qui ne se laissent traverser ni par l'eau, ni par l'air.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 54,92 |
| Magnésie. . . . . | | 0,68 |
| Silice et résidu sableux. . . . . | 39,94 | 24,63 |
| Alumine, oxyde de fer et un peu de manganèse. | | 15,31 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 4,46 |

Le ciment de Corbigny appartient aux ciments ordinaires de M. Vicat.

Il se vend sur les lieux au prix de 5ᶠ,50 le quintal métrique; il revient à 7ᶠ,25 transporté à Paris.

— La même usine produit aussi de la *chaux hydraulique* qui se vend au prix de 10ᶠ le mètre cube, lorsqu'elle est en fragments, et au prix de 15ᶠ, lorsqu'elle est concassée. Cette chaux hydraulique vient d'être désignée pour les travaux du canal du Nivernais.

— Jusqu'à présent la production de l'usine de Corbigny a été assez limitée et il serait à désirer qu'elle prît plus de développement.

Le ciment de Corbigny est très-propre à faire des tuyaux de conduite; le prix du mètre courant posé, pour un diamètre intérieur de 10 centimètres, est de 2ᶠ,55. A la forge impériale de Guerigny, il a servi à couler d'une seule pièce un tube ayant une centaine de mètres de longueur et un diamètre intérieur de 0ᵐ,25 : ce tube amène dans 15 feux de forge, l'air qui est envoyé par la machine soufflante.

Le ciment de Corbigny est surtout employé pour tous les travaux hydrauliques, les digues d'étangs, les bassins pour fontaines. Il a été employé aussi avec la brique, pour faire les voûtes et les clochers de plusieurs églises.

Il se moule très-bien et l'Exposition montrait un chapiteau corinthien, qui était assez remarquable.

Signalons encore le modèle d'une maison destinée à une exploitation rurale, qui est entièrement construite en matériaux hydrauliques. Cette maison a toutes ses parois formées en mortier de chaux hydraulique avec des moellons; son plancher est en mortier de ciment; elle revient au prix de 13.600ᶠ.

Le ciment de Corbigny était un des meilleurs de l'Exposition; il a fixé d'une manière spéciale l'attention du Jury qui a décerné à M. Boulet une médaille de 1ʳᵉ classe.

MM. Pavin de Lafarge et L. Regny (nº 4325).

*Chaux du Theil.* — Depuis plusieurs siècles on exploite la pierre à chaux des carrières de Lafarge, qui sont situées près le Theil, canton de Viviers, département de l'Ar-

dèche. Ces carrières fournissent une chaux hydraulique qui est très-estimée parce qu'elle donne des mortiers qui résistent bien à la mer; elle est connue dans le commerce sous le nom de *chaux hydraulique du Theil.*

Les carrières de Lafarge sont placées au bord du Rhône et traversées par la route impériale. Les couches exploitées ont une cinquantaine de mètres de puissance et elles sont très-homogènes. Elles appartiennent à la partie inférieure du terrain néocomien. Le nombre des ouvriers employés varie de 60 à 300 selon les besoins de la fabrication : ils reçoivent de 1$^{fr.}$,50 à 5 fr. par jour.

L'usine placée au bas des carrières et près du Rhône ne compte pas moins de 18 fours à chaux. Chacun de ces fours peut produire 100 q. m. de chaux par jour. D'immenses fosses d'extinction présentent des installations pour une distribution régulière d'eau et elles peuvent renfermer 10,000 q. m. de chaux. Une machine à vapeur de 12 chevaux et une roue hydraulique sur le Rhône servent de moteurs à 2 tournants et à 14 blutoirs métalliques. On peut obtenir 1.500 q. m. de chaux blutée par jour. Il y a d'ailleurs des appareils de pesage et d'embarquement. La production annuelle dépasse 300,000 q. m. A sa sortie des fours, la chaux du Theil séjourne pendant 10 ou 15 jours dans des fosses de délitement; elle s'y éteint en absorbant lentement de l'eau, puis elle passe dans un blutoir à toile métallique; cette toile porte le n° 40, c'est-à-dire qu'elle contient 40,000 trous par décimètre carré; lorsqu'elle sort de ce blutoir la chaux est donc hydratée et réduite en poudre très-fine. D'après des expériences de M. l'ingénieur Noël, le mètre cube de cette chaux non tassée pèse moyennement 683 kil. et au plus 700 kil.; sa densité est donc faible. C'est en 1845 que la chaux éteinte et blutée a été prescrite par M. Talabot pour les travaux du chemin de fer de Lyon, et son usage s'est tellement répandu dans le midi de la France que depuis 1849 l'usine du Theil n'en fabrique plus d'autre.

Nous avons constaté que pour la chaux du Theil en pierre,

pesant 580 kil. au mètre cube, le foisonnement ou l'augmentation de volume dans le gâchage est de. . . . 0,35

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,95

Pour la chaux blutée, pesant 653 kil. au mètre cube, il y a d'ailleurs une contraction qui est de. . . . . 0,41

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,34

M. Pascal, ingénieur des ponts et chaussées, a fait des expériences sur la résistance à l'arrachement de la chaux du Theil. Il a opéré sur un mortier formé de 3 volumes de chaux et de 5 volumes de sable. Il a trouvé que lorsque le mortier avait séjourné dans l'eau de mer, la résistance par centimètre carré était :

De $4^{k},05$ après 3 mois.
De $6^{k},05$ *id.* 6 mois.
De $8^{k},53$ *id.* 22 mois.

Pour du mortier resté simplement à l'air, la résistance était un peu moindre.

La chaux du Theil et le calcaire qui la fournit ont été analysés à l'École des Mines par M. Rivot.

Le calcaire attaqué par l'acide laisse un résidu insoluble qui varie de 12 à 17 p. 100. Ce résidu est formé de silice libre, de sable quartzeux, et de très-peu d'argile : il renferme des proportions de silice et d'alumine qui sont assez constantes et on y trouve dix fois plus de silice que d'alumine. A l'état naturel l'argile est d'ailleurs inattaquable par l'acide chlorhydrique. Il est visible, d'après la composition de la pierre à chaux du Theil, qu'elle renferme de la silice libre. Nous avons recherché si cette silice était immédiatement soluble dans les alcalis ; mais nous avons reconnu que lorsqu'on fait bouillir le calcaire du Theil avec une lessive de potasse au dixième, il se dissout seulement 1,87 p. 100 de silice. Quoique difficilement soluble dans la potasse, cette silice est à l'état pulvérulent, et dans l'attaque du calcaire par un acide elle forme un résidu boueux.

| Composition : | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Calcaire du Theil. | | | Chaux du Theil. | | |
| Chaux. . . . . | 46,3 | | Chaux. . . . . | | 78,29 |
| Oxyde de fer . . . . . | 0,7 | | Oxyde de fer. . . . . | | traces. |
| Silice, Sable quartzeux et Argile. . . . . | 15,0 | | Silice. . . . . | 21,71 | 18,20 |
| | | | Alumine . . . . . | | 1,80 |
| Acide carbonique et eau . . | 37,6 | | Sable quartzeux. . | | 1,71 |

La chaux du Theil se vend 1$^{fr.}$,50 le quintal métrique. A la gare de Châteauneuf, sur le chemin de fer de Lyon à la Méditerranée, son prix est de 1$^{fr.}$,70 ; en vertu d'un traité spécial, elle peut d'ailleurs être transportée sur toute la ligne au prix très-réduit de 0$^{fr.}$,006 par quintal et par kilomètre. Bien que le chemin de fer ne soit ouvert que depuis quelques mois, le transport mensuel de la chaux y dépasse déjà 1000 tonnes.

C'est en 1832, qu'on appliqua pour la première fois la chaux du Theil aux constructions à la mer et elle donna des résultats très-satisfaisants qui ont successivement engagé à l'employer dans les principaux ports français de la Méditerranée. En 1852, on l'a même transportée jusqu'à Rochefort. Les travaux qu'elle a servi à exécuter sont le revêtement du môle de Cannes, les avant-cales de l'arsenal de Toulon, le port, le bassin de carénage et la jetée de la Joliette à Marseille, les ports d'Alger, de Port-Vendres, de Cette, de Bastia, et de l'île Rousse en Corse. Les ingénieurs chargés de ces travaux étaient MM. de Montricher, Paulin Talabot, Noël, Toussaint, Mouttet, Régis, Desplaces, Janvier, Bernard, Vogin. Leurs certificats, que nous avons sous les yeux, constatent unanimement que la chaux du Theil a toujours donné de bons résultats et qu'elle peut être employée à l'air et dans l'eau douce aussi bien qu'à la mer. Pour les travaux du port d'Alger, par exemple, M. Ravier a reconnu qu'elle résiste très-bien, tandis que des mortiers faits avec de la chaux grasse et les meilleures pouzzolanes de Naples ou de Rome sont au contraire détruits rapidement.

Dans les constructions à la mer, elle a servi à faire des blocs artificiels destinés au revêtement extérieur des jetées; ces blocs étaient généralement immergés après une dessiccation préalable à l'air de plusieurs mois. Elle a servi aussi à faire des massifs de fondation qui étaient au contraire immergés immédiatement. Dans les deux cas, elle a bien résisté soit à l'action chimique de l'eau salée, soit au choc des vagues; son durcissement a été progressif et jusqu'à présent, c'est-à-dire pendant une période de plus de vingt ans, elle n'a subi aucune altération dans la Méditerranée. La chaux hydraulique du Theil jouit donc d'une réputation méritée et elle est digne de fixer d'une manière spéciale l'attention des constructeurs.

*Chaux de Montélimart.* — Il existe aux environs de Montélimart, dans la Drôme, plusieurs usines dans lesquelles on fabrique de la chaux hydraulique qui, comme la chaux du Theil, s'exploite à la partie inférieure du terrain néocomien. Dans toutes ces usines, la chaux est à peu près de même qualité et elle se vend au même prix. Nous allons donc faire connaître d'abord ses caractères en prenant pour exemple celle de Montélimart même qui a été exposée par M. Pierre Arnaud.

La *chaux hydraulique de Montélimart* est une poudre blanche. Elle ne fait pas effervescence dans l'acide, mais par calcination elle perd 11,85 d'eau. Elle s'échauffe fortement avec l'eau lorsqu'on a soin de la calciner d'abord. Sa prise n'a lieu qu'au bout de 2 jours 1/2. Son durcissement est d'ailleurs assez faible.

Si on traite par l'acide le calcaire qui donne la chaux de Montélimart, on obtient pour résidu quelques centièmes de sable et d'argile, mais surtout de la silice pulvérulente, comme avec le calcaire du Theil. Quand la chaux est traitée de la même manière, il se produit de la silice gélatineuse qui résulte de la combinaison de la silice avec la chaux pendant la cuisson.

| Composition : | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 69,83 |
| Magnésie. . . . . | | 1,34 |
| Silice. . . . . | 27,68 | 26,14 |
| Alumine et oxyde de fer. | | 1,54 |
| Sulfate de chaux . . . . . | | 1,15 |

L'analyse montre que cette chaux est hydraulique par la silice libre qu'elle contient ; car elle renferme très-peu d'alumine et par suite très-peu d'argile. Le calcaire néocomien qui produit la chaux de Montélimart est donc siliceux et non pas argileux ; par suite la chaux hydraulique de Montélimart se rapproche complétement de celle du Theil qui est de l'autre côté du Rhône; elle contient seulement une plus grande proportion de silice. La chaux des environs de Montélimart peut être vendue à très-bas prix, car l'exploitation en est très-facile ; de plus, la main-d'œuvre n'est pas élevée, les ouvriers ne recevant que de 2 fr. à 3 fr. par jour. Le calcaire blanc ou bleu qui sert à fabriquer la chaux coûte seulement $0^{f},15$ ou même $0^{f},12$ le quintal pris sur les lieux. La chaux hydraulique elle-même coûte au quintal $1^{f},10$ non blutée et au plus $1^{f},50$ lorsqu'elle est blutée. Le Rhône permet d'ailleurs de la transporter facilement à de grandes distances, et cet avantage a puissamment contribué au développement des fabriques de chaux hydraulique des environs de Montélimart.

M. P. Arnaud (n° 4245). — L'une des principales de ces fabriques est celle de M. Pierre Arnaud, qui est à Montélimart même. Elle date de 1810; elle occupe 15 ouvriers. Un manége de 4 chevaux fait marcher les blutoirs ; il y a 6 fours à chaux.

M. E. Mercier (n° 4318). — La fabrique de M. E. Mercier n'est pas moins importante que la précédente, bien qu'elle date seulement de 1853. Elle se trouve à l'Homme-d'Arme, à Savasse. Le nombre de ses ouvriers est de 20; elle n'a pas moins de 8 fours. L'analyse de cette chaux, faite au laboratoire de l'École des Mines, a montré que le

résidu insoluble est à peu près de 25 p. 100. Il consiste surtout en silice.

M. J. DE SERRE (n° 4339). — La fabrique de M. Jules de Serre se trouve près du château de Serre, à Montélimart. Elle existe depuis un temps immémorial. Elle occupe 15 ouvriers. Elle se compose de 5 fours.

M. A. DAYME (n° 4272). — La fabrique de M. Dayme a été établie à Montélimart en 1840. Elle occupe 8 ouvriers et elle a 4 fours. Elle est moins importante que les précédentes.

MM. CHOUET et LEJARD (n° 4269).

*Chaux de Senonches.* — MM. Chouet et Lejard fabriquent de la chaux hydraulique à Senonches (Eure-et-Loir). Ils occupent 32 ouvriers qui reçoivent de 1f,50 à 3 fr. L'usine compte 15 fours et la cuisson a lieu avec le bois, le charbon, ou bien avec le coke.

La *chaux de Senonches* est une chaux hydraulique naturelle; de même que celle de Montélimart elle doit cette propriété à de la silice. Son foisonnement, lorsqu'elle est en pierre, est à peu près de 0,20.

Le poids du mètre cube bluté est environ de . . 900 kil.

Pour la chaux blutée pesant 807 kil. au mètre cube, la contraction par le gâchage est de. . . . . 0,21

L'augmentation de l'unité de poids est de. . . . 0,42

Elle se vend à l'usine au prix de 18 fr. le mètre cube.

Son exploitation remonte à plus de deux siècles.

Parmi les grands ouvrages qu'elle a servi à exécuter dans ces derniers temps, on peut citer le viaduc de Maintenon et des travaux importants sur le chemin de fer de l'Ouest, près d'Épernon.

MM. DUMAS et BERGER (n° 29). — En 1855 MM. Dumas et Berger ont fondé à Marseille l'usine de la Valentine, dans laquelle ils fabriquent du *ciment* et de la *chaux hydraulique*. Ils occupent dès à présent une centaine d'ouvriers qui reçoivent de 2 à 6 fr. Le moteur est une machine à vapeur de 12 chevaux.

*Ciment de la Valentine.*—Le calcaire argileux qui donne

le ciment s'exploite sur les communes de Peypin et de Saint-Savournin. Il se trouve au-dessus des couches de lignites de la concession de la Valentine. Il forme 3 bancs ayant chacun 2 mètres d'epaisseur ; ces bancs sont séparés par un calcaire qui donne de la chaux éminemment hydraulique. Le ciment de la Valentine pèse 865 à 1050 kil. le mètre cube, lorsqu'il est bluté et non comprimé. Par le gâchage, la contraction de l'unité de volume pesant 865 kil. est de. . . . . 0,33

Son augmentation de poids est de. . . . . 0,45

Nous avons obtenu à peu près les mêmes résultats pour les ciments des environs de Grenoble.

Son prix est de 8 fr. le quintal métrique.

M. Pascal, ingénieur du service maritime à Marseille, a fait des recherches sur la résistance du ciment de la Valentine à la traction et il l'a comparé au ciment de Vassy. Ces deux ciments ont été placés dans les mêmes conditions d'âge et de mélange, puis on les a fait durcir, soit à l'air, soit sous l'eau.

Il résulte de ces recherches que lorsque ces ciments sont durcis à l'air, celui de la Valentine présente une résistance plus grande que celui de Vassy. Lorsqu'ils sont au contraire durcis sous l'eau, c'est généralement l'inverse qui a lieu.

Le ciment de la Valentine est dur et bien compacte. Il est propre au moulage et l'Exposition nous montrait de petites statuettes exécutées avec ce ciment, dans lesquelles on ne distinguait aucune gerçure.

Baron-Chartier (n 4251).

M. Baron-Chartier a créé en 1848 une fabrique de *chaux hydraulique* et de *ciment* à Antony, près de Paris. Cette fabrique a prospéré, malgré les circonstances défavorables contre lesquelles elle avait à lutter. Dès à présent, elle occupe 120 ouvriers qui recoivent de 3 à 4 francs par jour. Une machine à vapeur de 12 chevaux fait mouvoir 2 grosses meules de 200 quintaux ainsi que des blutoirs.

La chaux hydraulique et le ciment d'Antony sont fabriqués avec les marnes du gypse qui s'exploitent sur les lieux

mêmes, ainsi qu'à Fresnes-les-Rungis. Ces marnes, qui sont bien connues, ont une couleur verdâtre : elles doivent cette couleur à une argile magnésienne verte qui se retrouve dans un grand nombre de couches du terrain de gypse. Suivant la proportion de calcaire qu'elles contiennent, on en fait de la chaux hydraulique ou du ciment.

*Chaux d'Antony.* — La chaux hydraulique est en poudre d'un gris clair, jaunâtre ou verdâtre. Le calcaire marneux qui la produit pèse 1210 kil. le mètre cube. La chaux elle-même pèse 650 kil. quand elle est en pierre et au moment où elle sort du four. Quand elle est blutée, son poids est de 700 kil. Pour la chaux en pierre, pesant 652 kil., le foisonnement est de. . . . . 0,58

L'augmentation de poids est de. . . . . 1,77

Pour la chaux blutée pesant 875 kil., la contraction est de. . . . . 0,20 ;

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,33

Avec l'acide, la chaux d'Antony a fait effervescence ; elle s'est dissoute en donnant de la silice gélatineuse et un résidu sableux, provenant du sable quartzeux contenu dans la marne. Sa perte par calcination, qui consistait en eau et en acide carbonique, s'est élevée à 20 0/0. Quand on la traite par l'acide chlorhydrique, elle dégage une odeur très-sensible d'hydrogène sulfuré indiquant qu'elle renferme un sulfure : ce sulfure s'est produit dans la cuisson et il résulte de la réduction du sulfate de chaux qui se trouve dans la marne à la proportion de plusieurs centièmes. Sa prise est complète au bout de 18 heures ; elle peut s'opérer sous l'eau. Sa résistance à la traction est supérieure à $0^{k},52$.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 53,05 |
| Silice et sable quartzeux. . . . . | 42,86 | 21,42 |
| Alumine, magnésie et oxyde de fer. | | 21,44 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 4,09 |

Cette chaux d'Antony est éminemment hydraulique.

Elle se vend au prix de 2f,20 le quintal; à Paris elle revient au prix de 3f,70. Sa production en 1855 s'est élevée à 1300 mètres cubes.

*Ciment d'Antony.* — Le ciment d'Antony est une poudre blanc grisâtre. La marne qui le produit pèse 1250 kil. le mètre cube. Il pèse lui-même 1000 kil., lorsqu'il est bluté.

Sa contraction par le gachâge est de. . . . . 0,20.

Son augmentation de poids est de . . . . . 0,27.

L'échantillon analysé a fait une légère effervescence dans l'acide, et sa perte par calcination est de 5,50 : elle consiste en eau et en acide carbonique. Quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique, il donne beaucoup de silice gélatineuse soluble et un résidu de sable quartzeux.

Lorsqu'on le gâche, il prend une couleur claire comme celle de la pierre; par suite les travaux faits avec ce ciment sont d'un aspect plus agréable que ceux faits avec les ciments de couleur foncée. Sa prise est lente, en sorte que son emploi n'exige pas d'ouvriers spéciaux, comme cela est nécessaire avec les ciments à prise rapide. Toutefois la prise de l'échantillon envoyé à l'Exposition a été presque instantanée. Sa résistance à la traction est au moins de 1k,40.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 55,92 |
| Silice et sable quartzeux. . . . . | 40,07 | 31,61 |
| Alumine, magnésie et oxyde de fer. | | 8,46 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 4,01 |

De même que la chaux hydraulique, ce ciment contient 4 0/0 de sulfate de chaux. Cette proportion assez élevée tient à ce que les marnes qui fournissent le ciment et la chaux hydraulique d'Antony appartiennent au terrain de gypse. La composition de ce ciment le classe dans les ciments limites inférieurs. Son prix est de 5 fr. par quintal et de 6f,50 lorsqu'il est rendu à Paris. Sa production est considérable; elle s'est élevée en 1855 à 15,800 quintaux métriques : elle va en croissant très-rapidement. L'usine d'Antony peut fabriquer 200 quintaux métriques de ciment par jour.

Les principaux monuments de Paris dans lesquels on a employé le ciment d'Antony sont les halles centrales, la tour Saint-Jacques, la Sainte-Chapelle, le Palais de justice, les Invalides et l'église de la Sorbonne. Les certificats des architectes et notamment de M. Baltard, architecte en chef des halles centrales, constatent qu'il donne de bons résultats, qu'il acquiert de la dureté et qu'il adhère très-bien aux matériaux.

Fouchard et Vacher (n° 4283).

Depuis 1845 on exploite à Try, dans la commune de Dormans, une chaux hydraulique naturelle. L'usine occupe 15 ouvriers recevant de 2 fr. à 3 fr. Il y a 9 fours continus dont 2 ou 3 seulement sont en activité.

*Chaux de Try.* — Le gisement du calcaire qui fournit la chaux hydraulique de Try a d'abord été indiqué par M. Vicat. Ce calcaire est grisâtre, argileux, friable et tache les doigts. Il se trouve au-dessus de l'argile plastique.

Le poids du mètre cube de la chaux au moment où elle sort du four est de. . . . . 920$^k$

Elle est soumise à une immersion momentanée dans laquelle son augmentation de volume est de. . 0,41 ; son augmentation de poids est alors de. . . . . 0,13

Cette immersion donne en volume 5/7 de chaux en poudre et 2/7 de parties qui s'éteignent lentement.

Le poids du mètre cube de la chaux blutée est de. . 665$^k$

Sa contraction par le gâchage est en moyenne de. . 0,29

Son augmentation de poids est de . . . . . 0,47

Sa prise a lieu au bout de 5 à 6 jours.

Elle se vend au prix de 18 fr. le mètre cube.

—Dans la même usine on fabrique avec la chaux hydraulique de Try, des carreaux en pierre factice ; ils ont une dureté assez grande pour que l'acier ne les entame qu'avec difficulté ; ils ne sont pas fendillés et ils prennent très-bien le poli ; ils conviennent donc pour les dallages. Leur prix serait à peu près de 5 fr. le mètre carré ; mais jusqu'à présent ils n'ont pas été fabriqués d'une manière régulière. Ils sont

formés de 0,5 de chaux éteinte en poudre, de 0,3 de surcuits pulvérisés, auxquels on ajoute 0,2 de scories provenant de la combustion de la houille ainsi que du poussier de charbon. Ces carreaux atteignent une dureté et une résistance extraordinaires, ce qui doit être attribué à la présence des silicates frittés ou fondus, tels que les surcuits et les scories de houille. Le charbon est d'ailleurs une substance inerte qui n'est introduite dans le carreau que pour lui donner une couleur foncée. On a essayé aussi d'enduire quelques-uns de ces carreaux avec une dissolution de silicate de potasse d'après le procédé de M. Kuhlmann, duquel nous parlerons plus loin.

L'usine de Try a été créée pour fournir la chaux hydraulique nécessaire à l'établissement du chemin de fer de Paris à Strasbourg ; elle a servi à faire tous les travaux d'art entre Meaux et Vitry-le-Français. Elle est employé en ce moment à la construction des barrages et des écluses de la Marne.

Rozet et de Menisson (n° 95).

MM. Rozet et de Menisson, maîtres de forges au Clos-Mortier, dans la Haute-Marne, ont établi une fabrique de ciment à Vitry-le-Français. En 1850 une tranchée faite pour l'établissement du chemin de fer de Paris à Strasbourg a fait découvrir une couche de marne grisâtre et plastique, qui est propre à la fabrication du ciment ; cette couche a 3 mètres d'épaisseur et peut être facilement exploitée sur une grande surface. Une usine ne tarda pas à s'élever : elle comprend 2 fours, 2 meules et un appareil pour broyer le ciment. Les ouvriers employés sont au nombre de 16 ; ils reçoivent de 2 fr. à 3f,50 ; il y a en outre 3 chevaux.

*Ciment de Vitry.* — On distingue deux variétés de *ciment de Vitry*, le ciment brûlé et le ciment vif. Ces ciments sont soumis à des degrés différents de cuisson, et ils n'ont pas non plus la même composition.

Le *ciment brûlé* est celui qui a été chauffé à la température la plus élevée. Il a une couleur gris verdâtre comme le ciment de Portland. Sa prise est très-lente et elle est accom-

pagnée d'un retrait considérable. On l'emploie avec 1/4 de sable. Il est très-propre à faire les enduits minces qui doivent être exposés à l'action de l'air. Lorsqu'il a été tamisé, il peut servir aux moulages les plus délicats surtout quand on emploie la gélatine. L'exposition de MM. Rozet et de Menisson montrait des médaillons, des bas-reliefs, et notamment une descente de croix qui étaient des œuvres remarquables.

Le *ciment vif* a une couleur jaune pâle d'un aspect agréable. Sa prise est assez rapide pour gêner le travail de l'ouvrier. Il acquiert très-promptement une grande dureté sous l'eau; mais il n'en est pas de même lorsqu'il est à l'air. Sa dureté est d'ailleurs moins grande que celle du ciment brûlé. Il est convenable d'y ajouter 1/3 de sable ; il peut en recevoir une proportion plus grande que le ciment brûlé. Il est très-bon pour les ouvrages qui séjournent sous l'eau.

Composition d'après M. Rivot :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 61,90 |
| Magnésie. . . . . | | traces. |
| Silice. . . . . | 38,10 | 22,22 |
| Alumine. . . . . | | 11,08 |
| Oxyde de fer . . . | | 4,80 |

Le ciment de Vitry présente à peu près la même composition que le ciment de Vassy.

Le prix de fabrication de ce ciment est de 1$^{f}$,92 pour le quintal métrique. Il faut y ajouter 1$^{f}$,36 pour la mise en barriques. La prise de vente est de 5$^{f}$,50 par quintal. Il est un peu plus élevé pour le ciment brûlé.

Le ciment de Vitry-le-Français a été employé pour les travaux des chemins de fer de Paris à Strasbourg et de Saint-Dizier à Gray. Des certificats des ingénieurs, et notamment de M. Decomble, constatent qu'il est d'aussi bonne qualité que le ciment de Vassy.

La valeur actuelle des produits fabriqués à Vitry est seulement de 60,000 fr. ; mais il est probable qu'elle s'accroîtra

prochainement. En substituant la vapeur aux chevaux et en remplaçant les meules verticales par des meules horizontales, la production pourrait immédiatement s'élever à 4,000 quintaux par mois. La fabrique de ciment de Vitry est d'ailleurs dans une position très-heureuse pour écouler facilement ses produits. Elle se trouve, en effet, au centre des plaines de la Champagne qui sont complétement dépourvues de bonnes pierres à bâtir, et dans lesquelles on est obligé d'avoir recours à la craie. Elle est en outre sur le chemin de fer de Paris à Strasbourg, à 300 mètres d'une rivière navigable et à 900 mètres du canal de la Marne au Rhin.

MM. Modenel et Briand (n° 4320).

*Chaux d'Échoisy.* — MM. Modenel et Briand ont exposé la chaux hydrauliques d'Echoisy près de Mansle, dans la Charente. Cette chaux qui a été découverte, par M. Dupont, conducteur des ponts et chaussées, provient du calcaire jurassique moyen. Ce calcaire a une couleur bleue d'ardoise; il se présente en bancs homogènes qui ont une grande puissance et qui sont facilement exploitables. Le mètre cube cassé pèse 1360 kil. Sa composition est la suivante d'après MM. Henry Deville et P. Michelot :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . | 80,30 |
| — de magnésie. . . . . | 2,60 |
| — de fer. . . . . | 0,58 |
| Argile (silice, alumine, protoxyde de fer). | 14,60 |
| Soude et potasse. . . . . | 0,12 |
| Eau et matière bitumineuse. . . . . | 1,00 |
| Pyrite de fer. . . . . | 0,80 |

L'argile de cette pierre à chaux s'attaque en partie par l'acide; elle est quelquefois mélangée de sable.

La cuisson de la chaux d'Echoisy a lieu dans des fours continus, et avec du charbon anglais qui revient au prix de 5 fr. le quintal métrique. Le mètre cube cuit et en fragments, pèse. . . . . 800$^{k}$

Il renferme en moyenne 0,06 d'incuits : son foisonnement par le gâchage est de. . . . . 0,25

Le mètre cube bluté pèse environ. . . . . 500k

Pour la chaux blutée, pesant 663 kil., la contraction par le gâchage est de. . . . . 0,20

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,42

Sa prise a lieu au bout de 6 ou de 12 heures. Elle peut être employée à l'air ou sous l'eau. Pour les constructions sous l'eau on mélange 0,4 de chaux à 0,6 de sable. Pour les constructions qui restent à l'air, il suffit de 1 volume de chaux et de 2 volumes de sable. Le sable s'ajoute à la chaux réduite en pâte et mélangée à 0,3 ou à 0,6 d'eau. Le mortier que l'on forme ainsi acquiert, au bout de quelque temps, une dureté comparable à celle de la pierre.

M. Charvin, conducteur des travaux hydrauliques au port de Rochefort, a constaté qu'un mortier formé de 2 de chaux d'Echoisy et de 3 de sable, puis immergé pendant 18 mois en eau douce, présente une résistance à la traction, qui est de 4k,9 par centimètre carré.

La chaux d'Echoisy peut être livrée au prix de 13 fr. le mètre cube bluté, rendu à la gare du chemin de fer. Son prix, à Paris, serait seulement de 33 fr.

Cette chaux a été employé par MM. les ingénieurs Garnier, Duvignaud, Saige, de la Rochetolay, et leurs certificats constatent qu'elle a donné des résultats satisfaisants. On s'en est servi pour les travaux du chemin de fer du Midi, du chemin de fer d'Orléans et du Grand Central. Depuis le mois de juin 1855, on en a fait l'essai pour les travaux à la mer du fort Boyard, au port de Rochefort.

MM. Hermitte et Olagnier (n° 4296).

*Ciment de Gap.* — MM. Hermitte et Olagnier ont, à Gap, une usine dans laquelle ils fabriquent du ciment. Elle a été créée en 1850 et elle occupe 8 ouvriers. Le moteur est une roue hydraulique de la force de 14 chevaux. Il y a 4 meules pour broyer le ciment et un seul four à chaux.

Le ciment de Gap est une poudre brun jaunâtre. Il fait une légère effervescence avec l'acide et il laisse un petit résidu de sable siliceux. Par calcination il perd 6,4.

La prise a lieu en 4 minutes; elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur; le durcissement est prompt et progressif; il devient considérable. La résistance à la traction est supérieure à $2^k,31$.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 51,70 |
| Magnésie. . . . . | | 0,40 |
| Silice et résidu sableux. | 47,90 | 28,33 |
| Alumine et oxyde de fer. | | 19,57 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | Quantité notable. |

La composition de ce ciment le classe dans les ciments ordinaires.

Son prix, à Gap, est de 5 fr. le quintal métrique.

Une tête de Vénus, une feuille d'acanthe, une rosace, montraient à l'Exposition que ce ciment peut se mouler en objets très-délicats : il est d'ailleurs très-compacte et ne se fendille pas par le retrait; sa couleur est toutefois d'un aspect peu agréable.

En résumé ce ciment est de bonne qualité, et il serait à désirer que sa fabrication prît plus d'extension.

M. P.-A.-C. Garrau (n° 4287).

*Chaux des Morins.* — M. Garrau fabrique de la chaux hydraulique aux Morins près Sainte-Foy (Gironde). Son usine occupe 45 ouvriers qui reçoivent $2^f,25$. Les fours pour la cuisson sont au nombre de six; on y brûle du coke et ils sont à feu continu. La pulvérisation se fait au moyen d'un manége mû par des chevaux.

La chaux hydraulique des Morins soumise à notre examen n'était pas un produit homogène; elle avait une couleur grise, mais on y distinguait des parties blanches de chaux plus pure; elle ne faisait pas effervescence, mais elle a perdu 14,6 d'eau par calcination. L'argile qui lui était mélangée ne s'est pas attaquée par l'acide chlorhydrique. On a essayé de faire plusieurs gangues avec cette chaux, mais il n'y a pas eu prise, et la chaux s'est même complé-

tement delitée dans l'eau. Sa résistance à la traction a été trouvée de $0^k,20$. Il est vraisemblable que l'échantillon soumis au jury avait été mal choisi. Quoi qu'il en soit, voici quelle était sa composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 77,19 |
| Magnésie. . . . . | | 0,35 |
| Silice et résidu inattaquable. . . | 22,46 | 13,77 |
| Alumine et traces d'oxyde de fer. | | 8,69 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | traces. |

La chaux hydraulique des Morins se vend au prix de 12 francs le mètre cube. On s'en est servi pour de grands travaux d'art, notamment pour les souterrains de Lormont près de Bordeaux, pour le viaduc et pour le pont de Libourne, ainsi que pour le barrage qui est près de Bergerac, sur la Dordogne.

M. H. Ferry (n° 4282).

*Chaux de Robache.* — La dolomie du grès rouge est exploitée par M. H. Ferry, aux Roids de Robache, près de Saint-Dié. L'exploitation est souterraine et elle se fait par 4 ouvriers.

La dolomie de Robache forme une couche de $2^m,50$ de puissance. Elle a une couleur gris jaunâtre qui passe quelquefois au brun, au rose, au verdâtre. Sa densité est de 2,872. Elle a une structure cristalline; ses cavités sont tapissées de cristaux de dolomie.

C'est une dolomie contenant un peu d'argile; elle donne, par la cuisson, une chaux magnésienne maigre éminemment hydraulique.

Sa cuisson a lieu dans des fours qui servent en même temps à cuire la brique. Leur forme est un parallélipipède rectangle qui a $5^m,50$ de hauteur; ses dimensions à la base sont de 3 mètres et de $2^m,70$. On dispose la dolomie de manière à former une voûte sur le prolongement de deux alandiers qui se trouvent à la partie inférieure des fours et par lesquels on fait le feu. Il y a 3 fours dans l'usine, et

chacun d'eux cuit en moyenne 22 mètres cubes de chaux. Cette chaux pèse 840 kil. le mètre cube, quand elle est en fragments; lorsqu'elle est blutée et non tassée, son poids est seulement de 625 kil. Gâchée avec l'eau, elle éprouve un foisonnement qui augmente son volume dans le rapport de 1 à 1,37. Elle se vend au prix de 2$^{f}$,80 le quintal métrique.

Le tableau suivant fait connaître, d'après le docteur Carrière, la composition de la dolomie de Robache et celle de la chaux qu'elle produit :

| Dolomie de Robache. | | Chaux de Robache. | |
|---|---|---|---|
| Chaux. . . . . | 29,38 | Chaux. . . . . | 54,21 |
| Magnésie. . . . . | 21,55 | Magnésie. . . . . | 39,76 |
| Acide carbonique. . . . . | 45,80 | Argile. . . . . | 6,00 |
| Argile. . . . . | 3,25 | | |

L'emploi de la chaux éminemment hydraulique de Robache est prescrit pour les travaux publics dans les Vosges. On s'en est servi pour le pont suspendu d'Épinal, ainsi que pour les ponts de la Voivre, de Saint-Dié et de Chatel sur Moselle.

M. Beauvois (n° 4253).

En 1845, M. Beauvois, conducteur des ponts et chaussées, a construit à Fagnières (Marne) une fabrique de ciment artificiel. Cette usine, qui appartient à M. Jacquesson de Châlons-sur-Marne, comprend 4 fours et 4 manéges. Le ciment de Fagnières se prépare artificiellement en mélangeant intimement 2 parties d'argile avec 3 parties de craie. On fabrique aussi dans la même usine une pouzzolane artificielle, en calcinant l'argile qui est employée pour le ciment. La pouzzolane et le ciment sont réduits en poudre de manière à passer à travers des toiles métalliques dont les numéros varient de 30 à 70.

*Ciment de Fagnières.* — L'échantillon de ciment de Fagnières, envoyé à l'Exposition, était en poudre d'un rouge brique clair. Avec l'acide il faisait une effervescence assez

vive, et il perdait 13,08 par calcination. Une gangue a été faite avec ce ciment et immergée immédiatement : sa prise n'a eu lieu qu'au bout de 4 heures. Une autre gangue immergée 10 minutes après le gâchage s'est en partie delitée : la première gangue a bien pris une certaine dureté, mais l'eau qui la baignait s'est très-fortement chargée de chaux venant s'effleurir à sa surface.

La résistance à la traction était de $0^{k},75$ ; il est possible que l'échantillon envoyé à l'Exposition ait été mal choisi ou altéré dans le voyage.

Le poids du mètre cube, non tassé, est de. . 940 kilog.
Le poids du mètre cube tassé est de. . . . 1050 kilog.
Par le gâchage, son augmentation de poids est de 0,36.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 37,37 |
| Magnésie. . . . . | | traces. |
| Silice. . . . . | 61,42 | 45,68 |
| Alumine et oxyde de fer. . | | 15,74 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 1,25 |

Le ciment de Fagnières appartient aux ciments limites supérieurs.

Son prix varie de 25 fr. à 50 fr. le mètre cube, suivant qu'il est réduit en poudre passant dans des tamis du n° 30 ou du n° 70.

Le ciment de Fagnières est utile à Châlons-sur-Marne, où l'on n'a guère d'autres matériaux de construction que la craie. Jusqu'à présent il a surtout été employé dans les caves immenses de M. Jacquesson, et il a permis de préserver complétement les voûtes de l'infiltration. Les ouvrages en ciment envoyés à l'Exposition laissaient toutefois beaucoup à désirer, car ils étaient fendillés dans tous les sens : la fabrication du ciment de Fagnières, réclame donc encore quelques perfectionnements.

*Pouzzolane artificielle de Fagnières.*—L'argile calcinée ou la pouzzolane artificielle donne au contraire de très-bons ré-

sultats. Le poids moyen du mètre cube est de 1300 kil. Son prix est de 15 fr. pour le n° 30, et il s'élève à 30 fr. pour le n° 70.

La pouzzolane artificielle de Fagnières a été employée avec la chaux hydraulique de Try, par MM. Dugué, Hotteaux et Carro, ingénieurs des ponts et chaussées. Il résulte de leurs expériences qu'elle active d'une manière très-notable la prise de cette chaux hydraulique ; ainsi, un mortier formé de 0,50 chaux, 0,35 sable, 0,15 pouzzolane artificielle, fait prise après 5 jours d'immersion ; lorsqu'on porte la pouzzolane au double, c'est-à-dire à 0,30, en réduisant d'autant le mélange de sable, la prise a lieu au bout de 2 jours seulement. La pouzzolane artificielle de Fagnières peut aussi être employée avec de la chaux grasse ; ainsi 2 parties de chaux grasse et 1 partie de cette pouzzolane font prise en 42 heures. La pouzzolane artificielle résultant de la calcination de l'argile de Fagnières joue donc le rôle d'une pouzzolane énergique : elle peut rendre de grands services dans un département aussi pauvre en matériaux de construction que l'est celui de la Marne.

M. Mouton (n° 4322).

M. Mouton exploite l'établissement fondé en 1825 par M. Damars, architecte à Chartres. Cet établissement consiste en une chauffournerie et une tuilerie qui se trouve aux Petits-blés, boulevard Saint-Michel à Chartres. Il occupe en moyenne 30 ouvriers à l'usine et 8 ouvriers aux carrières. Le prix de la journée varie de 2 fr. à 4 fr. Quatre manéges mus par des chevaux opèrent le broyage ainsi que le mélange des matières qui servent à fabriquer la chaux hydraulique artificielle.

*Chaux de Chartres.* — La chaux hydraulique de Chartres, est artificielle ; on la fabrique d'après le procédé ordinaire, en mélangeant 4 parties de craie marneuse et 1 partie d'argile bien exempte de sable. La cuisson a lieu dans des fours à chaux continus qui sont chauffés à la houille. Elle fait prise sous l'eau en 8 jours. Son augmentation de volume par le foisonnement est de 1/4 du volume primitif. Le poids du mètre cube est de 700 kilog. ; son prix est de 25 fr.

La chaux hydraulique artificielle de Chartres est admise dans les travaux du Génie et des Ponts et Chaussées à l'égal de la chaux hydraulique naturelle de Senonches. Elle a surtout été employée au chemin de fer de l'Ouest, ainsi qu'aux viaducs de Maintenon et de Chartres; on s'en est servi également pour divers ponts qui ont été construits sur l'Eure par MM. les ingénieurs de Boisvilette, Boucher, Angiboust, Brianchon et Vallée.

*Pouzzolane artificielle de Chartres.* — Par la calcination d'une argile exploitée près de l'usine, on obtient une pouzzolane artificielle qui, mélangée à 2/3 de chaux hydraulique, donne un mortier dont la prise a lieu sous l'eau, au bout de 3 jours. Le mètre cube de cette matière calcinée pèse 1200 kilog.; il se vend au prix de 15 fr.

—L'usine de Chartres fabrique encore des tablettes en pierre artificielle. Cette pierre est formée d'un béton dans lequel il entre de la chaux hydraulique, du ciment et des scories de forge ou des silex. Son prix est de 4 fr. le mètre carré, pour une épaisseur de $0^{m},10$. On lui donne d'ailleurs telle largeur qu'il est nécessaire. Les tablettes de pierre artificielle servent à couvrir les parapets et les murs d'appui.

M. Paysant (n° 4327).

*Chaux de la Mancelière.* — Depuis quelques années une fabrique de chaux hydraulique a été établie à la Mancelière, près Brezolles (Eure-et-Loir). Elle comprend onze fours et elle occupe une centaine d'ouvriers; elle peut produire 80 mètres cubes de chaux par jour.

Le calcaire qui produit cette chaux hydraulique est blanc grisâtre, tendre et même terreux. Il est parsemé d'un grand nombre de nodules sphériques et radiés de pyrite de fer; ces nodules ont quelques centimètres de diamètre.

La *chaux de la Mancelière* est une poudre blanc-grisâtre. Avec l'acide elle fait une légère effervescence; elle laisse un résidu de sable siliceux. Par calcination elle perd 13 0/0 d'eau et d'acide carbonique.

Sa prise a lieu au bout de 2 jours. Par le gâchage, le mètre

cube bluté, pesant 573 kil., éprouve une contraction de 0,29

Son augmentation de poids est de. . . . . 0,53

Sa résistance à la traction est considérable; elle a été déterminée comparativement par la méthode d'essai que nous avons indiquée et elle est au moins de. . $1^{k},74$

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 74.90 |
| Magnésie. . . . . | | 0,24 |
| Silice. . . . . | 23,62 | 16,73 |
| Alumine et Oxyde de fer. | | 6,89 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 1,24 |

C'est une chaux hydraulique ordinaire.

Le prix du mètre cube pulvérisé est de 12 fr. à la Mancelière.

La chaux hydraulique de la Mancelière a été examinée par M. le général Morin. Elle a été employée dans des constructions militaires par M. le capitaine du génie Rousseau. Elle a été employée aussi par M. Bertrand, ingénieur des ponts et chaussées à Evreux, ainsi que par M. Rhodes, ingénieur anglais du chemin de fer de Paris à Cherbourg. Elle peut facilement supporter un mélange de 3 volumes de sable, et généralement on l'admet au même prix que la chaux de Senonches.

M. Le Petit de Sauques (n° 4311).

*Ciment du Havre.* — M. Le Petit de Sauques avait exposé des dalles et des moulures, faites avec un ciment remarquable. Ce ciment est fabriqué avec de la chaux hydraulique de la Hève et avec de la chaux grasse; on y ajoute d'ailleurs des matières qui jouent le rôle de pouzzolanes artificielles, telles que les débris de tuiles, de briques et de faïence, les scories provenant de la combustion de la houille; on y met également de la suie, qui produit de petites taches noirâtres. Enfin on y mêle encore une certaine proportion de sable. La composition de ce ciment varie suivant les usages auxquels on le destine.

Le ciment de M. Le Petit de Sauques, a un grain serré et

une très-grande dureté. Il se moule bien et il ne présente pas de gerçures. Son prix est peu élevé; le mortier ordinaire fabriqué avec ce ciment, revient en effet à 30 fr. le mètre cube. Le mortier pour dallages et moulures ne dépasse pas 40 fr. Des carreaux en ciment cotés au prix de 2f,75 le mètre carré, avaient parfaitement résisté à l'usure; car l'un d'eux se trouvait depuis onze ans dans un passage du Havre, et cependant il s'était fort bien conservé.

— Nous signalerons encore quelques produits hydrauliques qui sont moins importants que ceux desquels nous avons parlé jusqu'ici.

*Chaux de Cassel* (n° 74). — M. Grondel-Samsoen fabrique à Cassel (Nord) une chaux hydraulique se vendant au prix de 8 fr. le mètre cube.

*Chaux d'Yssingeaux* (n° 4255). — M. Beraud avait envoyé un échantillon de la chaux hydraulique d'Yssingeaux (Haute-Loire), qu'on exploite depuis un temps immémorial.

*Ciment de Narbonne* (n° 4281). — M. Fages avait exposé une marne propre à faire du ciment, qui provient des environs de Narbonne.

*Chaux et ciment de Doué* (n° 4303). — M. Oscar de Laleu vient d'établir une nouvelle fabrique de chaux hydraulique et de ciment près de Doué (Maine-et-Loire). Les produits de cette fabrique pourraient être livrés à un prix peu élevé. Toutefois il n'est pas inutile de rappeler à cette occasion, que d'après des expériences faites par M. Feburier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, la chaux de Doué ne peut pas être employée à la fabrication des mortiers destinés à la mer.

M. G. Peret (n° 10159).

M. G. Peret a eu l'idée de remplacer les fontaines filtrantes en pierre qui sont habituellement employées à Paris par des fontaines en ciment hydraulique qu'il moule tout d'une pièce. Ces fontaines sont faites en ciment de Portland; elles sont imperméables et suffisamment résistantes; elles ne donnent pas lieu à des frais d'assemblage. Leur prix varie de 10 fr. à 20 fr.; il est

inférieur de 50 0/0 à celui des fontaines en pierre de Tonnerre.

M. Lamboi-Miraval (n° 4094).

M. Lambot-Miraval, de Carcès (Var), propose d'employer le *fer* et le *ciment* pour tous les objets qui peuvent se détériorer par l'eau. Avec des tiges de fer et avec un treillage en fil de fer, il forme la carcasse de l'objet qu'il s'agit de construire; le ciment hydraulique est ensuite mastiqué sur cette carcasse, de manière à la recouvrir et à l'empâter complétement; il y adhère d'ailleurs très-bien, parce qu'il se produit une combinaison du fer avec le ciment.

M. Lambot a construit ainsi un bateau qui est entièrement en fer et en ciment. Ce bateau qui a $3^{m},30$ de longueur, fonctionne depuis 6 ans. Il a demandé pour sa carcasse 63 kilog. de fer et 250 kilog. de ciment de Roquefort. Il a pu être exécuté très-rapidement, et il est revenu au prix très-modique de 90 fr.

On comprendra sans doute que si nous citons cet exemple, ce n'est assurément pas pour recommander l'usage de bateaux en ciment, mais uniquement pour appeler l'attention sur les nombreuses applications du ciment et sur la possibilité de l'employer avec le fer. On peut en effet obtenir avec le ciment et le fer des parois qui conviennent très-bien aux constructions, puisqu'elles présentent l'avantage d'être à la fois imperméables et incombustibles.

Compagnie des Eaux de France.

La Compagnie des Eaux de France avait exposé un modèle d'un grand réservoir en ciment qu'elle vient de faire construire près de Lyon. Ce réservoir a été entièrement exécuté en ciment, qui a été moulé absolument comme le pisé. Un béton formé de ciment et de gravier du Rhône, était jeté, puis tassé dans des moules en planches qui avaient les dimensions à donner aux murs du réservoir; ces murs étaient d'ailleurs reliés par des longuerines avec clefs. Quant aux voûtes elles ont été moulées de toutes pièces sur des cintres en charpente.

M. Coignet (n° 2336).

Depuis une époque reculée, le béton s'emploie pour

mouler des constructions de toutes pièces. Les Romains nous en ont laissé de nombreux exemples, et dans le cours de ce rapport nous avons souvent mentionné des travaux remarquables qui ont été exécutés de la même manière dans ces derniers temps. Plusieurs exposants ont même présenté à l'Exposition Universelle, les modèles de constructions qui sont entièrement coulées en béton de ciment (pages 247, 267, 302).

Aux exposants que nous avons déjà cités, il faut encore ajouter M. Coignet, qui a construit à Saint-Denis une maison d'habitation en béton moulé et comprimé. Cette maison est à 2 étages, et sa façade est monumentale. Pour dissimuler la couleur du béton qui est peu agréable à l'œil, on l'a revêtue d'une couche de peinture blanche. Elle ne montre aucune crevasse ni lézarde, bien qu'elle ait déjà traversé l'hiver de 1855. Son prix de revient est incomparablement moindre que si elle eût été construite en pierre. Les usines de M. Coignet qui sont près de Lyon, ont été exécutées de la même manière.

Faisons connaître les deux variétés de béton que M. Coignet emploie pour ses constructions en béton moulé et comprimé.

1° *Béton économique.* — On sait que dans certaines provinces de France, on fait des maisons avec une terre argileuse, qu'on humecte et qu'on tasse dans des moules. C'est ce que l'on appelle construire en *pisé*. Le pisé est, il est vrai, très-économique ; mais il a un inconvénient extrêmement grave ; il est promptement détruit par l'eau.

Le béton économique par lequel M. Coignet propose de le remplacer a la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Chaux non délitée. . . . . | 0,09 volume. |
| Terre argileuse crue. . . . . | 0,27 — |
| Sable et gravier. . . . . | 0,64 — |
| Béton économique. . . . . | 1 volume. |

Il se rapproche du pisé par la terre argileuse crue ; il en diffère par la présence de la chaux qui lui permet de résis-

ter beaucoup mieux à l'action de l'eau. Toutefois, des bétons semblables ont déjà été expérimentés antérieurement, et les résultats qu'ils ont donnés n'ont pas été satisfaisants, car leur emploi ne s'est pas propagé.

En estimant à $2^f$ 50 la main d'œuvre pour le mètre cube de ce béton, son prix de revient dans Paris serait seulement de $8^f$ 25. Des expériences sont encore nécessaires pour être fixé sur la durée de ce béton; bien qu'il soit certainement économique. Il ne conviendrait pas dans les villes, mais il pouvait y avoir avantage à l'employer dans les campagnes pauvres et dans des climats où les constructions ne seraient pas exposées à une humidité prolongée : il devrait être proscrit au contraire dans tous les lieux exposés aux inondations, car il n'y résisterait guère mieux que le pisé.

2° *Béton dur.*—Le béton dur diffère du béton économique, en ce que la terre crue y est remplacée par des matières calcinées jouant le rôle de pouzzolanes artificielles. Voici quelle est sa composition :

| | |
|---|---|
| Chaux grasse ou hydraulique non délitée. | 0,13 volume. |
| Cendres de houille pilées . . . . . | 0,09 — |
| Terre argileuse cuite et pilée. . . . . | 0,08 — |
| Sable et gravier. . . . . | 0,70 — |
| Béton dur. . . . . | 1 volume. |

Il est facile de voir, d'après les proportions de la chaux et des matières calcinées qui lui sont ajoutées, que leur mélange doit donner un ciment énergique; le béton dur n'est donc autre chose qu'un béton de ciment.

Il en a d'ailleurs les propriétés; car sa prise est rapide, et au bout de quelques jours il acquiert une grande dureté. Sa composition le rapproche du ciment du Havre duquel nous avons parlé (page 300). Dans les conditions, peut-être un peu exceptionnelles, dans lesquelles ce béton a été fabriqué à Saint-Denis, son prix est resté inférieur à 15 fr. le mètre cube; par conséquent le béton dur réunit le double avantage de la solidité et de l'économie.

M. J.-B. Vicat.

*Mortiers inaltérables à la mer.*—M. Vicat fils, ancien élève de l'École polytechnique, s'est occupé de l'étude de l'importante question des mortiers inaltérables à la mer.

La marche suivie par M. Vicat est la plus naturelle : il a recherché, en effet, quelle était la composition des mortiers altérés dans l'eau de mer, et il a formé de toutes pièces des mortiers ayant même composition. Or M. Vicat a constaté que dans les mortiers altérés à la mer, la chaux a été remplacée par de la magnésie : cette substitution, qui se fait au bout d'un temps plus ou moins long, doit être attribuée à l'action du chlorhydrate et du sulfate de magnésie contenus dans l'eau de mer. En composant des mortiers exempts de chaux, il était donc naturel de penser qu'ils ne seraient pas décomposés, et que, par suite, ils résisteraient indéfiniment. D'après cela, M. Vicat a été conduit à remplacer complétement la chaux par de la magnésie, et à n'admettre dans la composition de ses mortiers que des silicates exempts de chaux, ou bien contenant de la chaux à un état de combinaison tel que l'eau de la mer ne pût la mettre en liberté.

Au premier abord il semble presque impossible de se procurer de la magnésie à un prix qui permette de l'employer dans la fabrication des mortiers ; remarquons cependant qu'il existe quelques gîtes de carbonate de magnésie. Nous signalerons comme les plus remarquables ceux que nous a fait connaître la Commission géologique du Canada. Ils se trouvent à Bolton et à Sutton, et ils pourraient être exploités sur la plus grande échelle. Nous en parlerons avec détail aux Colonies Anglaises.

Le carbonate de magnésie existe aussi dans l'Inde, et il y a même été employé à la fabrication du mortier. Ainsi M. Macleod s'est servi de mortier à base de magnésie pour faire des terrasses de maisons, et les résultats qu'il a obtenus ont été satisfaisants.

En France, on ne connaît pas de gisement exploitable de carbonate de magnésie ; mais d'après des renseignements

qui nous ont été transmis par M. Balard, il serait cependant possible d'obtenir économiquement de la magnésie. Les eaux mères des marais salants renferment en effet du chlorure de magnésium qui peut être débarrassé des sels de chaux mélangés et amené à concentration. Lorsque le chlorure de magnésium est à cet état, il est facile d'en extraire la magnésie par deux procédés. Le premier, par voie sèche, consiste à chauffer le chlorure de magnésium dans un four à réverbère; l'acide chlorhydrique se dégage et il reste de la magnésie. Le second procédé, qui est par voie humide, consiste à traiter le chlorure de magnésium par de la chaux, ou mieux encore par un mélange de chaux et de magnésie provenant de la cuisson d'une dolomie; la magnésie serait alors précipitée par la chaux. Comme d'ailleurs il ne paraît pas absolument indispensable que la magnésie soit chimiquement pure, on conçoit qu'il serait possible de se la procurer économiquement par l'un ou l'autre de ces procédés; toutefois des expériences en grand seraient nécessaires pour établir d'une manière précise son prix de revient.

Quant aux silicates nécessaires à la fabrication des mortiers magnésiens, il serait facile de se les procurer économiquement. M. Vicat a constaté cependant que les pouzzolanes volcaniques devraient être rejetées, et il est d'ailleurs facile de s'en rendre compte; car les roches volcaniques contiennent beaucoup de chaux, et lorsqu'elles sont à l'état de pouzzolane, elles se laissent attaquer très-facilement par les acides. Mais on peut très-bien employer des pouzzolanes artificielles, c'est-à-dire des arènes ou des argiles calcinées. M. Vicat indique les argiles blanches connues sous le nom de terre de pipe. Il s'est servi également de l'arène provenant de la décomposition des roches dioritiques de Glomel, dans le Finistère: cette arène avait déjà été employée par M. Avril pour la construction du canal de Nantes à Brest, et après calcination elle reviendrait seulement au prix de 30 francs le mètre cube rendue à Brest.

Estimant la tonne de magnésie à 100 francs, M. Vicat

calcule que le mètre cube de ciment magnésien pur, formé avec l'arène dioritique, ne serait que de 36$^{k}$,47. Or le prix du mètre cube du ciment de Portland s'élève jusqu'à 80 fr. Dans ces évaluations on tient compte uniquement du prix des matières premières, sans avoir égard à la main-d'œuvre.

L'expérience montre d'ailleurs qu'un mélange de pouzzolane artificielle avec 15 à 20 0/0 de magnésie caustique, préalablement réduite en bouillie claire pour qu'elle soit mieux divisée, fait prise en 4 jours sous l'eau douce aussi bien que sous l'eau de mer. La dureté de ce ciment magnésien augmente ensuite graduellement, et au bout de 3 mois sa résistance est de 6 kilogrammes par centimètre carré.

C'est à l'expérience seule qu'il appartient de prononcer sur l'importance pratique des recherches de M. J.-B. Vicat; mais, quoi qu'il en soit, on lui doit dès à présent d'avoir frayé une voie nouvelle pouvant conduire à la fabrication de mortiers indestructibles à la mer.

M. Claudot (n° 4464).

*Peinture-marbre.* — Depuis un temps immémorial le lait de chaux est employé pour blanchir les murailles, et comme la chaux absorbe l'acide carbonique de l'air, il se forme à la longue un petit enduit de carbonate de chaux. M. Claudot a cherché dans ces derniers temps à donner une plus grande épaisseur à cet enduit, de manière qu'il protégeât plus efficacement la paroi sur laquelle il était appliqué. Il essaya d'abord de carbonater la chaux plus rapidement, en traitant la chaux vive pulvérisée par 3 fois son volume d'eau chargée d'acide carbonique à 4 atmosphères. Il appliquait le mélange sur la pierre avec un pinceau, puis lorsqu'il avait pris un peu de consistance par l'absorption de l'eau dans la pierre, il remaniait cette première couche avec la truelle; il donnait ensuite une deuxième couche, puis une troisième, jusqu'à ce que la surface de la pierre fût recouverte par un enduit suffisamment épais de carbonate de chaux. Pour carbonater complétement la dernière couche, il y injectait d'ailleurs de l'eau chargée d'acide carbonique.

Par ce procédé, on obtient bien des enduits qui sont parfaitement adhérents et qui ont la dureté du marbre ; mais ils sont inégalement répartis et ils ne présentent pas un poli suffisant.

Plus récemment M. Claudot a renouvelé ses essais en supprimant la truelle et l'acide carbonique. Il opère avec de la chaux porphyrisée et aussi pure que possible.

Voici de quelle manière il procède : il met la chaux en suspension dans de l'eau qu'il décante ; il opère de nouveau sur cette eau qu'il décante encore ; il obtient ainsi une pâte d'hydrate de chaux qui est très-ténue. Il en fait un lait de chaux contenant une partie de chaux et trois parties d'eau. Avec un pinceau cylindrique, il étend ce lait de chaux sur la pierre ou sur l'objet qu'il s'agit de couvrir d'un enduit, et il comprime la petite couche d'hydrate de chaux qui reste à sa surface, non pas avec une truelle, mais avec un pinceau plat. Il multiplie beaucoup le nombre des couches déposées et il prolonge l'emploi du pinceau compresseur ; il ne tarde pas à obtenir une surface solide, parfaitement polie et ayant le brillant d'une couche de vernis. En quelques jours, la surface de l'enduit acquiert une dureté assez grande pour que l'ongle ne puisse plus l'entamer ; la couche superficielle s'est alors changée en carbonate de chaux. Au bout de 2 ou 3 mois, suivant l'influence de l'atmosphère, l'enduit tout entier s'est changé en carbonate de chaux dont l'épaisseur est seulement d'une petite fraction de millimètre, mais qui est blanche ou blanc-jaunâtre, brillante et polie comme du marbre ; de plus elle recouvre et préserve complétement la pierre sur laquelle elle a été appliquée. Cette *peinture-marbre*, comme l'appelle M. Claudot, peut d'ailleurs s'appliquer sur d'autres matériaux de construction que la pierre, et à cause du bas prix de la chaux, la principale dépense à laquelle elle donne lieu est celle de la main-d'œuvre. Si cette dépense de la main-d'œuvre n'est pas trop considérable, la *peinture-marbre* sera plus économique que la peinture blanche à l'huile, à laquelle elle ressemble complétement au

premier abord ; elle lui serait d'ailleurs préférable, en ce qu'elle aurait une plus grande dureté et en ce qu'elle préserverait la pierre d'une manière plus complète.

Il manque encore à la *peinture-marbre* de M. Claudot la sanction du temps et d'une expérience faite sur une grande échelle ; mais cette expérience sera tentée prochainement, et dès ce moment elle est commencée au palais du Sénat sous la direction de l'un de nos collègues, M. de Gisors.

M. Bidreman (n° 2159).

*Four à chaux fumivore.* — M. Bidreman vient de réaliser un progrès dans l'art du chaufournier par l'invention d'un haut fourneau fumivore. Les fours à chaux sont, comme l'on sait, des établissements insalubres, qui, jusqu'à présent, ne peuvent être établis qu'à une certaine distance des villes. Leur travail doit même être interrompu dans les campagnes à l'époque des récoltes, parce que les vapeurs qui s'en dégagent donnent un goût désagréable aux fruits. M. Bidreman a construit un four à chaux, qui consomme moins de combustible que les autres et dans lequel toute cause d'insalubrité a tellement disparu, que, sur la proposition du Conseil de salubrité, le Préfet du Rhône a autorisé son établissement dans la ville même de Lyon. (Arrêté du 10 janvier 1855.)

Ce four à chaux présente une forme elliptique ou de haut fourneau, comme cela a lieu pour certains fours qui sont employés depuis longtemps ; mais sa partie supérieure est surmontée d'une longue cheminée en tôle, et la charge se fait par une porte latérale susceptible de se fermer. La largeur de ce haut fourneau est de $2^{m},04$ au ventre, de $0^{m},65$ au gueulard. Sa hauteur, jusqu'à la cheminée de tôle, est de $8^{m},50$ ; cette cheminée elle-même a de 20 à 25 mètres. Le dégagement du gaz y est réglé par un registre.

Ce four à chaux est à feu continu ; cependant on ne le charge pas pendant la nuit. La charge s'effectue 3 fois en 24 heures ; elle se compose d'un mélange bien mouillé de pierres calcaires et de combustible. On emploie pour com-

bustible du poussier de coke de mauvaise qualité, qui pèse 55 kilog. l'hectolitre ; on se sert aussi de houille de rebut, telle que la houille maigre et menue de Saint-Étienne. On a constaté que 85 kilog. de poussier de coke, c'est-à-dire moins de 2 hectolitres, peuvent cuire 1 mètre cube de chaux. La production de ce four est d'ailleurs 4 fois plus considérable que celle des fours de même largeur usités actuellement dans les environs de Paris.

Mais ce qui distingue particulièrement ce four à chaux, c'est l'absence d'odeur et de fumée. Au moment de la charge, on voit bien sortir de la vapeur d'eau et un peu de fumée ; mais il n'y en a pas plus que dans les foyers ordinaires, et la fumée s'observe seulement pendant quelques minutes. La cheminée produit en effet un tirage très-actif qui amène dans le fond du four la quantité d'air nécessaire pour la combustion, et, lors même qu'on emploie de la houille, on ne voit pas s'échapper de gaz colorés.

Le four à chaux de M. Bidreman réalise donc à la fois économie et salubrité : aussi, bien que son invention soit très-récente, 19 fours semblables fonctionnent déjà dans des villes, et on n'en compte pas moins de 7 à Lyon (Vaisse et la Guillotière).

### COLONIES FRANÇAISES.

Algérie.

*Chaux de Guelma.* — M. Marcot avait exposé une chaux hydraulique de Guelma, dans la province de Constantine (Algérie).

Réunion (n° 67).

*Chaux de Salazie.* — A l'île de la Réunion la chaux se fabrique avec le travertin de Salazie.

Parmi les matériaux hydrauliques les plus dignes d'intérêt, les colonies françaises présentaient surtout plusieurs échantillons de pouzzolane naturelle. Comme celle de l'Italie, ces pouzzolanes sont formées de roches volcaniques.

*Pouzzolane de la Réunion.* — On exploite à la Réunion une pouzzolane rouge qui est de bonne qualité ; mais le grand éloi-

gnement de la colonie ne permet pas de songer à la transporter en Europe. Il n'en est pas de même pour la pouzzolane de la Guadeloupe.

GUADELOUPE (n° 48).

*Pouzzolane de la Guadeloupe.* — Au chef-lieu de l'île, à la Basse-Terre, il existe en effet de nombreuses et d'importantes carrières de pouzzolane qui sont exploitées pour les constructions de la colonie. Or il résulte de renseignements qui nous ont été transmis par M. le Ministre de la Marine, que cette pouzzolane, transportée à Brest par bâtiment de l'État, ne reviendrait pas à plus de 9 fr. le mètre cube. Ce prix est assurément peu élevé, et en y ajoutant même le prix du fret par les bâtiments du commerce, il serait possible, dans certains cas, d'employer la pouzzolane de la Guadeloupe au lieu de la pouzzolane d'Italie. La pouzzolane d'Italie, pulvérisée et tamisée, coûte en effet 33 fr. le mètre cube, rendue à Toulon. La pouzzolane d'Auvergne coûte de 12 à 15 fr. à Clermont. Nous croyons donc utile d'appeler d'une manière toute spéciale l'attention des ingénieurs et des constructeurs sur la pouzzolane de la Guadeloupe. Il serait très-utile d'employer cette pouzzolane dans la métropole, non-seulement parce qu'elle est de bonne qualité, mais encore parce qu'elle procurerait un nouvel élément de fret à notre marine. M. le Ministre de la Marine verrait tenter avec intérêt des essais de ce genre, et il donnerait à l'administration de la Guadeloupe les ordres nécessaires pour que la pouzzolane fût expédiée dans les ports de France.

## ROYAUME-UNI.

Les principaux fabricants de ciment du Royaume-Uni n'avaient pas envoyé de produits à l'Exposition Universelle. Cette lacune est d'autant plus regrettable, que l'Exposition de Londres avait montré des ciments anglais d'une grande supériorité. Le Royaume-Uni comptait cependant 5 exposants de *ciment*, MM. Hardcastle (n° 43), Cottrill (n° 865), Scott

(n° 871), Jackson (n° 1697), Workman (n° 873). Malgré des démarches répétées, il ne nous a pas été possible d'obtenir des renseignements sur la fabrication de ces ciments, ni aucun échantillon qui nous permît de les étudier; nous regrettons donc d'être obligé de les passer sous silence.

### CANADA.

M. J. Brown (n° 222).

*Ciment de Thorold.* — Le ciment de Thorold à Sainte-Catherine, dans le haut Canada, s'obtient par la cuisson d'un calcaire argileux du terrain silurien supérieur. Ce calcaire se trouve à la base de l'étage du Niagara[1]. Il est gris-noirâtre et donne une odeur argileuse par insufflation.

Le ciment de Thorold a une couleur jaune. Celui qui a été mis à notre disposition par M. Logan ne faisait pas effervescence avec les acides; il contenait seulement 3,37 d'eau. La prise a lieu en 15 minutes; elle est accompagnée de dégagement de chaleur. Une gangue, immergée 10 minutes après le gâchage, a fait prise sous l'eau et a présenté une dureté égale à celle d'une gangue immergée au bout de 2 heures. Il ne se sépare de la gangue qu'une petite quantité de chaux.

La résistance à la traction est de. . . . . $0^k,85$.

Composition :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | | 53,55 |
| Magnésie. . . . . | | | 2,20 |
| Silice. . . . . | 42,58 | | 29,88 |
| Alumine et peroxyde de fer.. | | | 12,70 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | | 1,58 |

Ce ciment appartient à la catégorie des ciments ordinaires de M. Vicat.

Le ciment de Thorold se vend au prix de $5^f,37$ le baril pesant 300 livres anglaises ou 136 kil. On en a consommé près

[1] *Sir Charles Lyell :* Manuel of elementary Geology, 1855, p. 448;— Esquisse géologique du Canada.

de 4000 barils l'été dernier, pour la construction du pont tube Victoria; il revenait à 7f,50 rendu à Montréal. Il est d'ailleurs très-employé dans tout le Canada et on l'exporte même aux États-Unis.

M. Gauvreau (n° 231).

*Ciment de Québec.* — A Québec, dans le bas Canada, on exploite, pour en faire du ciment, un calcaire du terrain silurien inférieur. La roche qui le fournit a été découverte par le capitaine Baddeley, du génie royal. C'est un calcaire argileux, compacte, sans fossiles, fortement coloré en noir par une matière charbonneuse.

Le ciment lui-même était jaune et faisait une faible effervescence avec les acides; sa perte au feu est de 11,6 : elle consiste en eau et en acide carbonique. Sa prise a eu lieu au bout de 25 minutes; la gangue obtenue est moins dure que celle du ciment de Thorold. Sa résistance à la traction était de 0k,49; il était resté très-humide.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 52,49 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice | 39,56 | 27,40 |
| Alumine et oxyde de fer | | 12,16 |
| Sulfate de chaux | | 7,95 |

Il contient une proportion très-notable de sulfate de chaux, provenant sans doute des pyrites qui sont abondantes dans tous les calcaires renfermant des matières bitumineuses.

Le ciment de Québec a une composition qui se rapproche beaucoup de celle du ciment de Thorold; mais il est cependant de qualité inférieure. Son exploitation a été commencée depuis une année seulement, et il est probable que son emploi se répandra dans le bas Canada.

Commission géologique (n° 8).

*Ciment de Chasy.* — La Commission Géologique a présenté un calcaire magnésien, appartenant à l'étage du cal-

caire de Chasy (silurien inférieur), qui pourrait servir à fabriquer du ciment. Ce calcaire, qui s'étend sur plus de 50 milles, est argileux, compacte, homogène. Sa couleur est grise. Bien qu'il contienne de la magnésie, il fait une effervescence assez vive dans les acides.

| Composition : | | | |
|---|---|---|---|
| Calcaire de Chasy. | | Chaux de Chasy. | |
| Carbonate de chaux . . . . . | 45,30 | Chaux. . . . . | 39,70 |
| — de magnésie. . . . | 12,77 | Magnésie. . . . . | 9,58 |
| Résidu argileux. . . } 32,39 | 19,77 | Résidu argileux. . } | 30,98 |
| Alum. et Oxyde de fer } | 12,52 | Alumine et Oxyde } 50,72 | |
| Eau et perte. . . . . | 9,64 | de fer. . . . . } | 19,74 |

Par la cuisson, le calcaire de Chasy donnerait un ciment magnésien qui appartiendrait aux ciments ordinaires de M. Vicat.

M. Little (n° 240).

*Chaux magnésienne de Paris.*—M. Little avait exposé une dolomie de Paris dans le haut Canada. Cette dolomie, qui donne de la chaux hydraulique, est associée au gypse enclavé dans le terrain silurien supérieur avec lequel elle se trouve même en contact. Elle est terreuse, gris-jaunâtre ou brune. Des cavités irrégulières la traversent et lui donnent une structure cariée. Elle fait effervescence dans l'acide et laisse un faible résidu d'argile. Sa perte au feu est de 46,5. La matière calcinée reprise par l'eau s'échauffe sensiblement.

| Composition : | | | |
|---|---|---|---|
| Dolomie de Paris. | | Chaux de Paris. | |
| Carbonate de chaux. . . . . | 51,33 | Chaux. . . . . | 53,82 |
| — de magnésie. . . . | 40,91 | Magnésie. . . . . | 35,93 |
| Résidu argileux . . . . . | 5,50 | Résidu argileux. . . . . | 10,25 |
| Eau. . . . . | 2,26 | | |

M. Martindale (n° 28).

*Ciment d'Onëïda.* — M. Martindale avait exposé une dolomie argileuse, d'Oneïda, dans le haut Canada, qui peut servir à faire du ciment. Cette dolomie est terreuse, de couleur gris foncé ; elle dégage une forte odeur d'argile. Elle fait une effervescence lente avec l'acide chlorhydrique. L'argile mélangée s'attaque partiellement par l'acide. Sa perte au feu qui consiste en eau et en acide carbonique est de 37,5. Lorsqu'on reprend par l'eau le résidu de la calcination, l'échauffement qui se produit est très-faible.

De même que la dolomie de Paris, la dolomie d'Oneïda appartient au terrain silurien supérieur ; elle est également associée au gypse blanc et caverneux d'Oneïda, dont un gros échantillon avait été exposé par M. Martindale.

| Composition : | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dolomie d'Onéïda. | | | Chaux d'Onéïda. | |
| Carbonate de chaux. . . . . | 39,91 | | Chaux. . . . . | 36,93 |
| — de magnésie. . . . | 34,15 | | | |
| Silice et résidu argil. } 22,10 | 15,85 | | Magnésie. . . . . | 26,74 |
| Alum. et tr. d'ox. de fer } | 6,25 | | | |
| Eau. . . . . | 3,84 | | Résidu argileux . . . . . | 36,33 |

Cette dolomie d'Onéïda contient plus de magnésie et plus d'argile que celle de Paris. Elle donne un ciment magnésien et hydraulique qui est de bonne qualité.

Commission géologique (n° 8).

*Mortier magnésien.* — La Commission Géologique du Canada avait présenté une roche très-remarquable, formée de carbonate de magnésie. Il convient de donner ici la description de cette roche, à cause de l'emploi qu'on peut en faire dans la fabrication des mortiers.

Le carbonate de magnésie du Canada ressemble, à s'y méprendre, à du calcaire saccharoïde, et cependant il ne contient pas de carbonate de chaux ou seulement des traces.

Il est d'ailleurs ferrifère. Dans certaines parties il est coloré en vert par de l'oxyde de chrôme et du quartz en grains blancs hyalins s'y trouve disseminé ; ce quartz reste sous la forme d'un squelette caverneux quand on traite la roche par un acide.

Un essai de l'échantillon de l'Exposition qui provenait de Bolton nous a donné le résultat suivant, qui concorde avec celui de M. Hunt[1].

| | |
|---|---|
| Carbonate de magnésie. . . . | 58,29 |
| — de fer. . . . . | 9,06 |
| — de chaux. . . . . | traces. |
| Quartz. . . . . | 30,12 |
| Oxyde de chrôme. . . . . | traces. |
| Eau et perte. . . . . | 2,53 |

Le carbonate de magnésie de Bolton contient donc à peu près 1/3 de quartz. Il n'y en a que 8 pour 100 dans celui de Sutton. Étant calciné le carbonate de magnésie de Bolton contiendrait 47,28 de quartz ; mais il renfermerait encore 43,72 de magnésie caustique.

Le carbonate de magnésie du Canada serait très-utilement exploitable pour la fabrication du *mortier magnésien*, inaltérable à la mer, qui a été proposé par M. J.-B. Vicat; peut-être même serait-il susceptible d'être expédié comme lest dans quelques ports d'Europe.

### WURTEMBERG.

M. Leube (n° 91). — M. le docteur Leube, à Ulm, dirige d'importantes usines dans lesquelles il fabrique de la *chaux* hydraulique et surtout un *ciment* d'excellente qualité.

L'établissement d'Ulm remonte à 1838, et en 1854 de nouvelles usines furent créées à Weiler et Allmendingen. Le personnel des ouvriers est de 40 ; leur salaire est de 30 kreutzers à 1 florin 6 kreutzers. Les pilons et les moulins

[1] *S. Hunt :* Esquisse géologique du Canada, p. 66.

reçoivent leur mouvement de roues hydrauliques. Il y a 12 fours à chaux.

*Ciment d'Ulm.* — M. le commissaire du Wurtemberg a bien voulu mettre à notre disposition plusieurs kilogrammes de *ciment d'Ulm*, sur lequel nous avons fait quelques essais. La roche qui fournit le ciment est un calcaire jurassique peu homogène, en sorte que, pour avoir une composition régulière, il est nécessaire d'y ajouter tantôt de l'argile et tantôt du calcaire. La cuisson est ménagée de façon que la matière ne soit pas scorifiée. Le mètre cube de ciment pulvérisé pèse 875 kilog. La prise est très-prompte, car elle a lieu au bout de 4 minutes; il se produit alors un échauffement considérable : il ne laisse pas dégager de chaux ; il ne se fissure pas. Il a une très-grande densité. La résistance à la traction est au minimum de $1^{k},17$.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 54,45 |
| Magnésie. . . . . | | 0,69 |
| Silice. . . . . | 42,55 | 23,99 |
| Alumine et oxyde de fer. . | | 18,56 |
| Sulfate de chaux. . . . . | | 2,31 |

Le ciment d'Ulm appartient aux ciments ordinaires de M. Vicat. Sa fabrication atteint 10,000 quintaux par mois. Son prix est de $3^{f},50$ le quintal wurtembergeois ; il n'est que le tiers de celui auquel se vend dans le pays le ciment de Portland.

On l'emploie à tous les travaux hydrauliques, notamment au grand pont du chemin de fer sur le Danube et aux fortifications de la ville d'Ulm. Il sert aussi à faire des dallages, des trottoirs, des appuis de fenêtre, des bassins, ainsi que des tuyaux de conduite pour les eaux ; ces tuyaux sont exécutés avec 1/3 de sable. Les produits exposés étaient compactes et homogènes; ils ne présentaient pas de fendillements.

Ce ciment a fixé d'une manière spéciale l'attention du Jury; c'est le plus remarquable de ceux exposés par des

étrangers, et de nombreux certificats donnés par des officiers du Génie ou par des ingénieurs allemands constatent que son emploi est extrêmement avantageux.

### PRUSSE.

*Trass.* — Aux environs d'Andernach, sur le Rhin, il existe une roche volcanique qui, mêlée avec la chaux, donne un mortier hydraulique de qualité tout à fait supérieure. Cette roche volcanique est le *trass*, qui depuis un temps immémorial s'exploite dans de nombreuses carrières. Il ne paraît pas cependant que les Romains aient connu l'emploi du trass comme pouzzolane, car on ne le retrouve pas dans les mortiers hydrauliques qu'ils ont faits dans le pays. Mais le trass est aussi une pierre à bâtir d'excellente qualité : elle a servi non-seulement pour les monuments de l'époque romaine, mais encore pour un grand nombre d'églises gothiques du moyen âge, et notamment pour l'intérieur du dôme de la cathédrale de Cologne[1].

Le trass est un tuff trachytique poreux, formé de parties terreuses qui adhèrent fortement l'une à l'autre. Il contient généralement de la ponce, qui est décomposée et se désagrége en poudre jaunâtre ; on y trouve aussi des fragments de basalte, des roches volcaniques, du schiste argileux, des grains de quartz, du fer oxydulé, des paillettes de mica. Quelquefois il renferme du bois carbonisé, des empreintes de feuilles d'arbres dicotylédones, des ossements, des coquilles vivantes. Il paraît provenir d'éruptions volcaniques boueuses[2].

Relativement à l'emploi dans les constructions, on distingue trois variétés de trass : 1° le trass gris-bleuâtre; 2° le trass jaunâtre; 3° le trass mort.

1° Le trass gris-bleuâtre est de la meilleure qualité; il est tenace, sonore, et il se taille à arêtes vives. Ses

[1] Tufstein, Trass und hydraulischer mortel. — Gesammelte Bemerkungen, von *J. D. von Orbach.*

[2] *Sir Charles Lyell*, Manual of elementary geology, 5e édition, p. 478.

pores sont petits, et il est même d'autant plus estimé qu'il est plus compacte et plus résistant.

2° Par dessus le trass gris-bleuâtre, se trouve un trass jaunâtre : ses qualités hydrauliques sont très-inégales; tantôt il donne des pierres de construction aussi bonnes que le trass bleuâtre, tantôt au contraire il se désagrége à l'air.

Ces deux premières variétés constituent le tufstein ou le trass proprement dit.

3° On appelle en Allemagne *trass mort* (*wilder trass*, *wilder tufstein*) une variété qui est beaucoup moins hydraulique que le trass proprement dit. Il est difficile à distinguer de ce dernier ; cependant il le recouvre assez généralement ; il est moins poreux et il a une couleur jaune ; de plus il se laisse très-aisément pulvériser et il se désagrége par l'action de l'air, en sorte qu'il ne peut être employé comme pierre à bâtir. Il serait possible qu'il provînt des fragments désagrégés qui surnagent dans les éruptions boueuses. Des expériences comparatives, faites avec soin sous la direction du Bergamt de Bonn, ont montré que le *trass mort* donne des mortiers dont la résistance à l'usure et à l'écrasement n'est pas même moitié de celle qu'on obtient avec le trass proprement dit.

— Le trass s'attaque facilement par les acides et par les alcalis; M. Berthier a même constaté qu'il laisse seulement un résidu de 28 pour 100 quand on le soumet alternativement à l'action de l'acide sulfurique et de la potasse caustique. M. Illgner a trouvé la composition suivante pour un trass d'Andernach, qui donne dans l'acide chlorhydrique un résidu égal à la moitié de son poids :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 48,94 |
| Alumine. . . . . | 18,95 |
| Oxyde de fer. . . . . | 12,34 |
| Chaux. . . . . | 5,41 |
| Magnésie. . . . . | 2,42 |
| Soude. . . . . | 3,56 |
| Potasse . . . . . | 0,37 |
| Eau et ammoniaque. . . . . | 7,65 |

On a constaté de plus, dans les fissures du trass, des efflorescences salines qui en proviennent et qui sont formées de sulfates, de chlorures, de carbonates alcalins.

L'expérience a montré que, pour donner un bon mortier hydraulique, le trass doit conserver un grain grossier et ne pas être réduit en poudre trop fine.

Nous avons constaté que le poids du mètre cube de trass pulvérisé est de 945 kilog.

Ordinairement on fait le mortier en mélangeant 1 volume de trass à 0,3 ou 0,6 de chaux, selon la qualité de la chaux.

Dans un mélange formé de 1 volume de trass et 1/2 volume de chaux grasse de Gentilly, pesant 495 kil. au mètre cube, on a trouvé que la contraction est de. . . . 0,30

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,41

Pour un mélange formé de 1 volume de trass et 3/4 volume de chaux grasse, la contraction est de. . 0,25

L'augmentation de poids est de. . . . . 0,46

Lorsqu'on augmente la quantité de chaux dans le mélange de trass et de chaux, la contraction produite par le gâchage diminue, tandis que l'augmentation de poids devient plus grande.

Le prix du trass est très-peu élévé; car, chargé dans le bateau à Andernach, il revient seulement à 1$^{f}$,20 le quintal métrique; c'est à peu près le 1/6 du prix du ciment de Portland en Allemagne.

Le trass s'emploie dans toute l'Allemagne, en Hollande, en Belgique et sur les côtes de la Baltique. Dans ces derniers temps il s'est répandu dans le nord de la France et jusqu'en Hongrie.

Dans la Hollande, où il est de la plus haute importance d'avoir du ciment hydraulique de la meilleure qualité pour entretenir les digues qui empêchent les irruptions de la mer, le trass est prescrit par les ingénieurs de l'État, à l'exclusion de tous les autres ciments. Il ne peut même être introduit dans le pays que

lorsqu'il a d'abord été soumis à une vérification à la frontière.

Nous ajouterons que le trass demande surtout à être examiné et essayé avec le plus grand soin pour tous les travaux à la mer; car MM. Feburier, Chevallier, Chatonney ont constaté, au Havre et à Saint-Malo, que les mortiers fabriqués avec le trass du commerce et la chaux grasse ne résistent pas à l'action destructive de l'eau de mer. Il est possible que cette anomalie doive être attribuée, comme le pense M. Minard, à ce que la chaux employée était de la chaux grasse. Mais il nous paraît surtout très-vraisemblable que le trass mort, qui donne des mortiers de qualité très-inférieure et même des mortiers non hydrauliques, aura été substitué au trass proprement dit, duquel il est malheureusement très-difficile à distinguer.

Les graves inconvénients auxquels l'emploi du trass a donné lieu dans ces derniers temps, seraient sans doute évités, si le trass mort et le trass jaunâtre étaient proscrits dans les travaux à la mer et si l'on n'admettait que le trass gris-bleuâtre. On pourrait même exiger que ce trass fût livré en pierre et exploité dans certaines carrièrres, à des profondeurs déterminées. Nous appelons sur ce sujet toute l'attention des constructeurs.

—Plusieurs exposants avaient envoyé du trass des bords du Rhin :

M. S. Landau (n° 161). — M. Landau exploite le *trass* de Plaidt, près d'Andernach, dont les meilleures qualités sont extraites actuellement sous l'eau. Il emploie environ 150 ouvriers. Sa production est de 101,500 q. m. de tufstein et de 15,000 q. m. de tufstein en poudre ou de trass. Parmi les travaux exécutés dans ces derniers temps avec le trass de Plaidt, on peut citer les écluses de Nieuvendiep en Hollande, le grand canal d'Anvers à Liége, les ponts en pierre sur le Rhin à Cologne, le grand bassin du port de Brême, les ponts du chemin de fer sur la Vistule près de Dirschau, et enfin les quais de Pesth en Hongrie.

Indépendamment du trass, M. S. Landau avait exposé des meules faites avec la lave de Niedermendig, qui est célèbre par la grande variété de minéraux qu'on y trouve. Les meules faites avec cette lave sont très-estimées.

M. D. Zervas (n° 536). — M. Zervas exploite sur une grande échelle le *trass* de Brohl et de Magen, près du Rhin. Ils occupe 175 ouvriers qui reçoivent 1ᶠ,25 à 2 francs. Il produit annuellement 500,000 pieds cubes de tufstein et de trass. Il fabrique en outre 250 meules en lave.

M. F. Bianchi (n° 525). — M. Bianchi exploite le *trass* à la Nette, près de Neuwied. Il exploite aussi le tuf calcaire qui sert à fabriquer du ciment hydraulique. Il emploie une trentaine d'ouvriers.

M. E. Dhal (n° 529). — M. E. Dhal exploite également le *trass* et le tufstein de Brohl. Il emploie 52 ouvriers qui reçoivent de 2 fr. à 3ᶠ,70 par jour.

M. H. Frommartz (n° 521). — Depuis 1845 M. Frommartz exploite le *trass* de Nideggen ; il fabrique en même temps de la chaux. Ses ouvriers reçoivent de 2 à 4 francs.

Société du Ciment de Portland de Stettin (n° 533).

*Ciment de Portland de Stettin.* — Une fabrique de ciment de Portland a été créée en 1854 à Stettin, et dès à présent sa production est considérable; elle pourrait même s'élever à 80,000 quintaux métriques par année, et elle tend à s'augmenter de plus en plus. Cette usine occupe 60 ouvriers qui reçoivent de 12 silbergroschen à 1 thaler (3ᶠ,75). Elle a pour moteur une machine à vapeur de 80 chevaux.

Le *ciment de Portland de Stettin* a été étudié par M. Manger, professeur à l'École polytechnique de Berlin. Il se fabrique artificiellement par un procédé de M. le docteur Bleibtren, de Bonn : ce procédé paraît le même que pour le Portland anglais; on mélange en effet du calcaire avec de l'argile qui s'exploite dans les environs de Stettin.

M. de Viehbahn ayant bien voulu en mettre un échan-

tillon de ce ciment à notre disposition, nous l'avons soumis à quelques essais.

Sa poudre a une couleur gris-verdâtre comme le ciment anglais ; quand on la calcine elle devient blanc-jaunâtre. La perte, dans l'échantillon essayé, était seulement de 1 0/0 d'eau. Lorsqu'on le gâche avec l'eau et qu'on le laisse sécher, il prend une couleur grise ou bleuâtre.

On en distingue deux variétés, l'une à prise prompte, l'autre à prise lente. La prise de la première variété a lieu en quelques minutes ; la prise de la deuxième a lieu en quelques heures.

Pour l'échantillon essayé, la prise n'a demandé que 6 minutes. La gangue formée présentait beaucoup de fissures, et l'eau qui la baignait était très-chargée de chaux.

La résistance à la traction est supérieure à $3^k,31$.

Le ciment en poudre pèse 75 livres le pied cube. Lorsqu'on le tasse fortement, son poids s'élève à 105 livres. Le sable qui, à Berlin, est mélangé avec ce ciment, pèse 90 livres le pied cube ; lorsqu'il est tassé, il pèse 105 livres comme le ciment lui-même.

Le gâchage doit être fait avec un poids d'eau égal seulement au tiers de celui du ciment. La proportion de sable mélangée pour faire le mortier peut s'élever à 6 et même jusqu'à 7 volumes ; mais la cohésion du mortier diminue rapidement, et elle devient très-faible pour 1 volume de ciment et 7 volumes de sable. L'opération du gâchage demande toujours beaucoup de soins ; toutefois un ouvrier intelligent en acquiert promptement la pratique. Il est nécessaire seulement que le sable employé soit bien exempt d'argile.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 68,10 |
| Magnésie | | 0,30 |
| Silice | 29,54 | 22,52 |
| Alumine et oxyde de fer | | 7,02 |
| Sulfate de chaux | | 2,06 |

La prise rapide du Portland de Stettin et sa composition

chimique le rapprochent du Portland anglais; elles le distinguent au contraire du Portland de Boulogne fabriqué par M. E. Dupont. Il est probable que sa cuisson n'est pas poussée à une température aussi élevée que pour ce dernier ciment. De plus, indépendamment de ce qu'il contient 2 0/0 de sulfate de chaux, il renferme aussi moins d'argile. Toutefois la composition élémentaire du Portland de Stettin est encore celle d'une chaux limite.

Les expériences faites à Stettin et à Berlin par les architectes qui ont employé ce ciment, constatent qu'il a les propriétés du ciment anglais de Portland. On s'en sert pour une foule d'usages dans les constructions ; on en fait aussi des dalles, des objets d'ornements, des corniches, des moulures, des vases, des conduites d'eau. Dans ces derniers temps, après lui avoir fait subir une préparation particulière, on a pu lui donner le poli et des couleurs assez variées; en sorte qu'on l'emploie aussi comme marbre.

Si le trass des bords du Rhin est préférable pour les constructions entièrement plongées sous l'eau, le ciment de Portland convient mieux au contraire pour les maçonneries qui sont alternativement exposées à l'action de l'air et de l'eau. Il résiste surtout beaucoup mieux à la gelée ; c'est même à cause de cette circonstance spéciale que le ciment anglais de Portland donne lieu dans tout le Nord à un commerce si important. Il s'en vend des quantités considérables à Stockholm, à Kœnigsberg, à Dantzig. A Saint-Pétersbourg et sur les côtes de Russie, la consommation de ce ciment était beaucoup plus considérable encore; depuis qu'un décret de S. M. la reine d'Angleterre a prohibé l'exportation du ciment de Portland en Russie, les constructions maritimes ont dû manquer de celui de leurs matériaux qui est le plus indispensable. Si on remarque que la fabrique de ciment de Portland qui s'est établie à Stettin, est postérieure à la guerre actuelle et qu'elle date seulement de 1854, il est permis de croire que son but était surtout de fournir les ports russes, desquels elle est d'ailleurs très-rapprochée.

Quoique cette fabrique soit récente, ses produits sont incontestablement remarquables, et le Jury a pensé qu'elle méritait une médaille de 2e classe.

MM. Czarnickow et Reitzenstein (n° 528). — MM. Czarnickow et Reitzenstein, de Berlin, ont substitué le *ciment* au métal et à la pierre pour la fabrication de certains objets. Ils avaient exposé notamment un sarcophage et une baignoire en ciment. Le prix d'une pareille baignoire varie de 100 à 200 fr. Ces divers objets se recouvrent d'une couche de peinture qui cache le ciment dont la couleur serait peu agréable.

### BELGIQUE.

M. J.-F. Duyk (n° 349). — M. J.-F. Duyk, de Bruxelles, avait exposé divers modèles de constructions en *ciment*. Il fabrique lui-même ce ciment, qui est hydraulique et qui s'emploie spécialement pour combattre l'infiltration de l'eau ainsi que les effets de l'humidité. Il est à prise lente, et il n'acquiert son imperméabilité qu'au bout de 12 jours. Sa manipulation est assez difficile, et elle demande des ouvriers spéciaux : ils reçoivent de 1f,50 à 3 fr. par jour. On s'en sert en Belgique pour assainir les caves et pour toutes les constructions souterraines ; on en fait notamment des citernes pour l'eau, l'alcool, la térébenthine, la mélasse, le savon. Le prix de ce ciment hydraulique est, à Bruxelles, de 10 fr. le quintal métrique. L'assainissement des murs humides et salpêtrés coûte de 8 à 12 fr. le mètre carré, selon l'épaisseur donnée à l'enduit de ciment. L'assainissement des caves coûte de 14 à 40 fr. le mètre de parement.

Les citernes pour les divers liquides sont construites au prix de 65 fr. le mètre cube ; ce prix varie toutefois avec la grandeur des citernes et avec la nature du terrain. Une glacière de 80 mètres cubes revient au prix de 5,000 fr.

Le ciment hydraulique de M. Duyk a été employé à différents travaux faits en Belgique, en Hollande et dans le nord de la France.

EMPIRE D'AUTRICHE.

Baron de Rothschild (n° 591). — Depuis 1842, M. le baron de Rothschild a créé à Venise, dans l'île de la Giudecca, une usine dans laquelle on fabrique du bitume. Les minerais qu'on y traite sont calcaires et proviennent de la Dalmatie ; ils donnent des résidus qui étaient perdus jusque dans ces derniers temps, lorsque M. Schulze, directeur de l'usine, a eu l'heureuse idée d'en faire du ciment hydraulique.

*Ciment de la Giudecca.* — La fabrication du *ciment de la Giudecca* est récente et date seulement de 1854 ; mais elle a déjà pris de l'importance et nous allons en parler ici, remettant à un autre chapitre ce qui concerne la fabrication du bitume.

On distingue deux variétés de ciment, l'un à cuisson simple, l'autre à cuisson double. Le 1er est celui qu'on emploie généralement pour toutes les constructions hydrauliques ; le 2me est spécialement consacré aux poteries et aux réservoirs en pierre artificielle.

Nous avons analysé un échantillon du ciment de la Giudecca, que M. le docteur Schwarz avait mis à notre disposition. Sa couleur était gris-jaunâtre, et son étiquette indiquait qu'il était à cuisson simple. Il faisait une vive effervescence avec l'acide et il dégageait une odeur très-sensible d'hydrogène sulfuré, indiquant la présence d'un sulfure. Sa perte par calcination était considérable ; elle s'élevait à 23,5. La prise a eu lieu en 20 minutes, et il a donné une gangue d'un grain bien serré qui a promptement acquis une grande dureté. L'eau qui baignait cette gangue ne se chargeait presque pas de chaux.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 63,46 |
| Magnésie | | 0,17 |
| Silice | 36,37 | 23,46 |
| Alumine et oxyde de fer | | 12,91 |
| Sulfate de chaux | | traces. |

Sa composition le classe entre les chaux limites et les ciments limites inférieurs; c'est d'ailleurs un bon produit.

Le ciment de la Giudecca se vend au prix de 9 francs le quintal métrique. Sa production annuelle est de 30,000 quintaux.

Il est employé pour toutes les constructions hydrauliques. On en fait des réservoirs, des fontaines, des tuyaux de conduites pour les eaux, ainsi que des voûtes et des piles de ponts. Il est facile de comprendre que dans une ville bâtie sur l'eau comme Venise, il peut servir à une multitude d'usages.

M. J. Benczur (n° 582).

*Ciment d'Epériès.* — M. Benczur a établi une usine pour la fabrication du ciment à Eperiès, en Hongrie. Cette usine est dirigée avec le concours de M. le capitaine du génie J. de Pfeifinger. Elle date seulement de 1854 et elle occupe 40 ouvriers. Sa production est de 5,000 quintaux.

Le ciment d'Eperiès est fabriqué avec un calcaire argileux. Il est broyé sous une meule de porphyre pesant 24 quintaux. Sa couleur est alors jaune clair. Le pied cube pèse 50 livres. Il fait une légère effervescence avec les acides, et il perd 5,5 par calcination. Gâché avec l'eau, il fait prise en 8 minutes, et il acquiert en peu de temps une grande dureté. La chaux ne se dégage pas de la gangue.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 58,03 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice | 41,97 | 27,44 |
| Alumine et oxyde de fer | | 14,53 |

Sa composition le classe parmi les ciments ordinaires, et il se rapproche déjà des ciments limites inférieurs.

Son prix est de 1 florin le pied cube, tonneau compris.

Les travaux hydrauliques exécutés jusqu'à présent avec le ciment d'Eperiès montrent qu'il durcit très-bien sous l'eau : on en fait d'ailleurs des bassins, des égouts, des trottoirs, des

dallages, des corniches et d'autres ornements d'architecture. Il se moule très-bien. Quelques bas-reliefs exposés dans l'annexe n'étaient pas moins remarquables par leur netteté que par leur dureté, leur grain serré et l'absence complète de fissures. Nous signalerons également un vase en ciment d'Eperiès qui était complétement imperméable à l'eau. C'était un des ciments étrangers les plus remarquables.

M. J. Deak (n° 583).

*Ciment de Bude.* — M. Deak a fondé en 1852 une fabrique de ciment à Bude, en Hongrie. Il occupe 8 ouvriers et il produit 5000 pieds cubes de ciment par an. La roche qui donne ce ciment vient de Braczin en Syrmie.

Le ciment de Bude est une poudre jaune clair. Dans les acides, il fait une légère effervescence et il perd 7,75 par calcination. Sa prise a lieu en 4 minutes : son durcissement est rapide et il augmente graduellement. Il est très-léger.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 55,28 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice | 44,72 | 27,20 |
| Alumine et un peu d'oxyde de fer. | | 17,52 |
| Sulfate de chaux | | traces. |

Le ciment de Bude appartient par sa composition aux ciments ordinaires.

Il a été employé à la construction du nouveau pont de Pesth. Il n'est pas moins remarquable que le ciment d'Eperiès, auquel il ressemble beaucoup.

M. A. Cristofoli (n° 1072). — M. Antonio Cristofoli a fondé en 1850 à Padoue (Royaume Lombardo-Vénitien), une usine dans laquelle il fabrique les anciens *terrazzi* de Venise ou ce qu'il appelle des marbres artificiels (*marmi artificiali*). Ces produits ne contiennent pas de plâtre et en cela ils diffèrent essentiellement d'autres dallages qu'on emploie assez souvent en Italie. Ce sont des ciments auxquels on donne

différentes couleurs et dans la pâte desquels on incruste des fragments de roches. Donnons quelques détails sur cette fabrication qui est assez remarquable et peu connue en France.

D'après M. Cristofoli, la pâte qui forme la couche inférieure de ces *terrazzi* renferme 1/3 de chaux provenant des carrières d'Albetone près de Padoue.

Les deux autres tiers sont composés de substances propres à donner des ciments hydrauliques, telles que la brique, la pouzzolane, le trachyte. La brique qui constitue 1/4 de la pâte est concassée au marteau et réduite en petits fragments. Le trachyte provient des monts Euyanéens; il entre pour 1/6 dans le mélange, et il en est de même de la pouzzolane. Enfin on y met aussi du marbre concassé, quelquefois en proportion très-grande, surtout à la surface de la dalle.

Ce mélange est gâché dans une auge avec un peu d'eau, et quand il est devenu visqueux, on le coule dans des moules en fer. Les moules ont la forme de la dalle qu'il s'agit de produire ; ce sont le plus souvent des carrés ou des hexagones de 30 à 60 centimètres de côté; la hauteur de leurs bords varie de 3 à 4 centimètres; elle est beaucoup moindre que dans les anciens terrazzi vénitiens, pour lesquels elle atteignait 10 et même 15 centimètres. Quand la pâte commence à se solidifier, on la comprime dans le moule en la battant avec une massue; ensuite pendant qu'elle est encore chaude et avant la prise complète, on y introduit des fragments de marbre de diverses couleurs qui doivent produire des mosaïques ou même des tableaux. Après cela on la soumet à une forte compression. Enfin quand la dalle a acquis une dureté suffisante, on polit sa surface à l'aide d'une meule. Cette dureté va d'ailleurs en augmentant comme celle de tous les ciments.

Lorsqu'on brise une de ces dalles, on y distingue deux couches ; la couche inférieure est presque entièrement formée de gros fragments, auxquels on a ajouté seulement la quantité de chaux nécessaire pour les relier et pour en faire un

mortier. La couche supérieure renferme, au contraire, plus de chaux ; toutefois les nombreux fragments de marbres de diverses couleurs qui y sont disséminés, lui donnent l'aspect d'une brèche dans laquelle le ciment paraît assez rare. Nous avons déterminé par un essai, la composition de la couche supérieure *a* et celle du ciment *b* qui réunit les fragments de la couche inférieure après que ces fragments avaient été séparés aussi bien que possible. Nous avons trouvé :

| | *a.* Couche supérieure. | *b.* Ciment inférieur. |
|---|---|---|
| Eau et acide carbonique. . . . . | 40. . . . . | 20 |
| Chaux. . . . . | 50 | . . . 33 |
| Magnésie . . . . . | 6 | |
| Silicate d'alumine attaquable. . . | 4. . . . . | 47 |

Dans la dalle qui a été essayée, la couche supérieure est donc presque entièrement formée de chaux hydraulique mélangée de fragments de marbre. La couche inférieure est d'ailleurs un mortier à base de ciment.

Le tableau suivant fait connaître le poids des dalles de forme carrée, ainsi que le prix du mètre carré.

| Côté du carré en centimètres. . . | 30c | 36c | 40c | 48c | 50c | 60c |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poids de la dalle en kilogrammes. | 4k,39 | 6k,82 | 8k,74 | 13k,93 | 15k,60 | 24k,57 |
| Prix du mètre carré[1]. . . . . à 1 couleur. . | 11 | 10[1] | 9[1] | 8[1],75 | 8[1],50 | 8[1] |
| Prix du mètre carré[1]. . . . . à 2 couleurs. . | 11 ,50 | 10 ,50 | 9 ,50 | 9 ,25 | 9 | 8 ,5 |
| Prix du mètre carré[1]. . . . . à 3 couleurs. . | 12 | 11 | 10 | 9 ,75 | 9 ,50 | 9 |

Le prix de ces dalles augmente, comme on le voit, avec le nombre des couleurs, et il varie aussi avec les dessins qu'elles doivent reproduire. Il peut atteindre et même dépasser 20 fr. par mètre carré, mais il est généralement peu élevé.

L'usine de M. Cristofoli occupe 70 ouvriers qui reçoivent de 1 fr. à 2,50. Elle fabrique annuellement pour 60,000 fr. de produits.

[1] Ce prix est donné en livre autrichienne, qui vaut 0f,84.

Ces dalles en ciment sont très-employées en Italie pour daller les vestibules et les appartements. L'expérience a montré qu'elles résistent très-bien au frottement, et leurs dessins ne changent pas par l'usure, comme cela a lieu pour les carreaux émaillés. Elles servent aussi à décorer les parois intérieures ou extérieures des habitations; elles se conservent bien même à l'extérieur, comme le montre une maison de Padoue, construite depuis 17 ans. Elles sont très-répandues dans les environs de Padoue et de Venise, et même dans la Dalmatie. Parmi les principaux monuments dans lesquels ces dalles en ciment ont été employées, on peut citer, à Padoue, l'église saint-Daniel et la basilique de Saint-Antoine, à Venise, l'église de la Piété.

## ESPAGNE.

Dans ces dernières années, l'Espagne a fait des recherches actives sur les chaux hydrauliques et les ciments. Ces recherches sont dues en grande partie aux ingénieurs des mines qui ont signalé des gisements nouveaux et qui ont déterminé la composition de calcaires donnant par la cuisson des matériaux hydrauliques.

M. DE CHEVESTE (n° 310).

*Ciment de San-Sébastien.* — Le plus remarquable des ciments de l'Espagne qui avaient été exposés, est celui de San-Sébastien en Guipuzcoa, envoyé par M. de Cheveste.

Il provient des marnes bleues du lias qui forment des bancs de 30 centimètres d'épaisseur. Un essai de ces marnes, fait par M. Collet, ingénieur des mines, a montré qu'elles renferment 26 0/0 d'argile.

A proximité de ces marnes, il existe d'ailleurs des couches d'une espèce d'anthracite, qui permettent de les cuire économiquement.

Le *ciment* de San-Sébastien a une couleur brun-jaunâtre. Celui qui se trouvait à l'Exposition avait été altéré par l'action de l'air; il perdait 13 0/0 d'eau et d'acide carbonique;

aussi l'a-t-on calciné au rouge vif avant d'en faire des gangues.

Une première gangue, immergée au bout de 10 minutes, a fait prise en 6 minutes ; sa dureté était d'abord assez faible et moindre que celle du ciment français de Grenoble ; mais elle a augmenté progressivement. Une deuxième gangue a été immergée au bout de 2 heures, et elle a donné lieu à la même observation.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 38,34 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice et un peu d'argile inattaquée. | 55,18 | 37,65 |
| Alumine et Oxyde de fer | | 17,53 |
| Sulfate de chaux | | 3,87 |
| Perte | | 2,61 |

Le ciment de San-Sébastien est un ciment limite inférieur. Il se vend au prix de 40 fr. le mètre cube.

Ce ciment mérite de fixer d'une manière toute spéciale l'attention des constructeurs, parce qu'il résiste très-bien à la mer. Plusieurs fragments de mortier fait avec ce ciment étaient en effet couverts de mollusques marins et perforés de coquilles lithodomes ; par un séjour prolongé dans l'eau de mer, ils n'avaient subi aucune altération et même ils avaient atteint une très-grande dureté. Le ciment, réunissant les grains de sable du mortier, formait une pâte brun-jaunâtre, compacte, à cassure esquilleuse et légèrement translucide.

L'Ingénieur des mines de Valence (n° 311). — L'Ingénieur des mines du district de Valence avait exposé plusieurs calcaires propres à donner de la chaux hydraulique.

*Chaux de Bugarra.* — L'un de ces calcaires est exploité à Bugarra par MM. J.-B. Ravena et Llopis, qui en font de la chaux hydraulique. Il a une couleur gris-brunâtre et une cassure esquilleuse ; il est un peu rude au toucher, et il donne l'odeur de l'argile par insufflation.

La chaux hydraulique de Bugarra a une couleur jaune clair. Celle qui a été examinée avait été altérée par l'action de l'air, et sa perte au feu était de 18 0/0. Avec l'acide elle faisait une vive effervescence et elle donnait un faible résidu sableux. Dans un essai par le carbonate de soude, on n'y a pas trouvé de traces d'acide sulfurique. Sa prise a eu lieu au bout de 20 minutes; le durcissement, qui était d'abord faible, a augmenté progressivement.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux. . . . . | | 42,99 |
| Magnésie. . . . . | | 25,18 |
| Silice. . . . . | 31,83 | 19,57 |
| Alumine et oxyde de fer. . | | 12,26 |

La chaux hydraulique de Bugarra provient donc d'un calcaire argileux et fortement magnésien.

Elle se vend au prix de 7f,24 le quintal métrique.

*Chaux d'Alcorlo.* — Un calcaire de la commune d'Alcorlo, province de Guadalajara, donne également de la chaux hydraulique. Ce calcaire paraît plus argileux que le précédent; mais il lui ressemble beaucoup, et il est comme lui gris-brunâtre. Il devient jaune d'ocre à sa surface; il est traversé par de nombreuses veines de chaux carbonatée, blanche et spathique.

— A Bugarra, province de Valence, on trouve aussi un calcaire à structure pisolitique qui fournit de la chaux hydraulique. Ce calcaire est formé de grains blancs, compactes, irréguliers, empâtant quelquefois des tiges d'encrine, qui tantôt sont microscopiques et tantôt ont la grosseur d'un pois. Le ciment qui réunit ces grains est de la chaux carbonatée blanche et spathique. Le calcaire lui-même est très-compacte, sonore sous le marteau, à cassure esquilleuse.

Parmi les chaux hydrauliques de l'Espagne, nous avons encore à signaler la *chaux* hydraulique de Barrica, dans la Biscaye; elle provient d'un calcaire compacte qui renferme 20 0/0 d'argile; elle est éminemment hydraulique.

Enfin à Cantera de Laruen, près Verriz, également dans la Biscaye, on exploite un calcaire gris-clair, compacte, qui renferme 26 0/0 d'argile et qui donne un *ciment* limite inférieur [1].

### SUÈDE ET NORWÉGE.

La Norwége et l'île de Gothland contiennent des calcaires argileux qui donnent des ciments de bonne qualité. Les usines dans lesquelles se fabriquent ces ciments, ont l'avantage d'une main-d'œuvre à très-bas prix et d'une position voisine de la mer, qui leur permettrait d'exporter facilement leurs produits. On peut donc espérer que la production de ces usines, qui est très-faible jusqu'à présent, prendra plus de développement dans l'avenir.

M. Hole (n° 58). — *Ciment de Langoen.* — M. Hole avait envoyé le *ciment* de son usine de Langoen (Akershuus). Il occupe 8 ouvriers qui reçoivent de 1f,20 à 1f,50. Il a une machine à vapeur de 6 chevaux. Les matières sont broyées avec des meules de granite.

Le prix de ce ciment est de 11 francs la tonne norwégienne.

La valeur des produits fabriqués est, au plus, de 14,000 francs par an.

Nous avons examiné un échantillon qui nous a été remis par M. le Commissaire de Norwége. Il avait été altéré par l'absorption d'un peu d'humidité, et il faisait aussi une légère effervescence avec l'acide; sa perte par calcination était de 8,3. Il est en poudre d'une couleur jaune foncé. Avant calcination il a donné une gangue qui, après avoir fait prise, s'est complétement délitée dans l'eau au bout de 24 heures : cela tenait à ce qu'il renfermait de l'eau et de l'acide carbonique; mais, après calcination, sa prise a eu lieu en 5 minutes; elle était accompagnée d'un échauffement considérable. La gangue formée était très-légère.

[1] Renseignements transmis par *M. de Tornos.*

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 54,15 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice et sable quartzeux noir. | 45,85 | 32,08 |
| Alumine et oxyde de fer. | | 13,77 |
| Sulfate de chaux | | traces. |

Par sa composition, ce produit se classe dans les ciments ordinaires ; il est de bonne qualité, et il serait à désirer que sa fabrication eût lieu sur une plus grande échelle.

M. A.-E. Tobiesen (n° 62). — *Ciment de Bagaas.* — Il existe une fabrique de ciment à Bagaas, près de Christiania. Elle occupe 10 ouvriers qui reçoivent de 1f,35 à 1f,80. Le moteur est une roue hydraulique de la force de 6 chevaux.

Le *ciment* de Bagaas est en poudre jaune brunâtre, comme le précédent. Comme lui aussi, il était éventé et il se délitait dans l'eau. La calcination lui a fait perdre 8,4, et alors il a fourni un produit de qualité supérieure. Sa prise a eu lieu en 8 minutes.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Chaux | | 64,52 |
| Magnésie | | traces. |
| Silice | 35,48 | 24,08 |
| Alumine et oxyde de fer. | | 11,40 |
| Sulfate de chaux | | traces. |

Ce produit est de bonne qualité; il appartient, par sa composition, à la classe des chaux limites de M. Vicat.

M. Wiger (n° 49). — M. J.-F. Wiger avait exposé de la *chaux* de Sjögestad, sur le canal de Gotha, dans la province d'Ostrogothie (Suède). Cette chaux est cuite au moyen de schiste bitumineux. Dans cette partie de la Suède, la main-d'œuvre descend à un taux très-bas ; car elle est comprise entre 80 centimes et 1f,30.

M. Hagg (n° 210 *bis*). — M. Hagg avait exposé du *ciment* de Katthammarsah, près de la ville de Wisby, sur la côte

orientale de l'île de Gothland. La production de ces deux dernières usines est encore plus restreinte que celle des deux premières.

### GRÈCE.

Gouvernement hellène (n° 4).

*Pouzzolane de Santorin.* — Le Gouvernement Hellène avait exposé la pouzzolane de Santorin. Cette pouzzolane provient, comme celle de Pouzzoles, de la décomposition de roches volcaniques. Elle donne un excellent mortier hydraulique. Elle a une couleur gris-cendré et elle est rugueuse comme les roches trachytiques.

D'après L. Elsner, sa composition est la suivante :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 68,50 |
| Alumine. . . . . | 13,31 |
| Oxyde de fer. . . . . | 5,50 |
| — de manganèse. . . . | 0,73 |
| Chaux. . . . . | 2,36 |
| Soude. . . . . | 4,71 |
| Potasse. . . . . | 3,13 |
| Eau. . . . . | 1,45 |
| Chlorure de sodium. . . . . | 0,31 |

La pouzzolane de Santorin a donc une teneur en silice plus élevée que la pouzzolane de Naples et que le trass d'Andernach.

Elle peut être livrée au commerce à un prix très-bas, car d'après M. Spiliotakis ce prix serait seulement de 0ᶠ,36 par quintal métrique. Elle a servi à la construction des quais du Pirée, des aqueducs d'Athènes, des ponts de Syra, de Tenos, d'Andros, de Catacole en Kyllène. On en exporte tous les ans une assez grande quantité.

### SUISSE.

M. Benoit (n° 175). — M. F. Benoit, avait envoyé des calcaires du Gorgier (Suisse) qui sont propres à faire de la *chaux* hydraulique.

ÉTATS PONTIFICAUX.

M. Orsini (n° 3). — M. Orsini avait exposé une *chaux d'Ascoli* qui est très-blanche et très-légère. Elle se dissout dans l'acide, et elle ne laisse presque aucun résidu; c'est de la chaux à très-peu près pure.

D'après le catalogue de l'Exposition, cette chaux est employée à polir les métaux et les pierres.

## E. — CIMENTS DIVERS.

Tous les matériaux artificiels desquels nous avons parlé jusqu'à présent avaient essentiellement pour base la chaux et quelquefois la magnésie. Il nous reste maintenant à nous occuper de divers ciments qui diffèrent complétement des précédents, soit par leur composition chimique, soit par leur mode de fabrication. Ils ont une importance beaucoup moindre que les mortiers proprement dits, et ils sont d'ailleurs assez récents. Nous distinguerons dans ces ciments ceux qui sont à base d'**oxyde de plomb ou d'oxyde de zinc** et ceux qui sont formés de **silicates**.

### *a.* — CIMENTS A BASE D'OXYDE DE PLOMB ET DE ZINC.

M. Gerhard (n° 4289).

*Ciment à base d'oxyde de plomb* ou *Mastic Dihl.* — M. Gerhard avait exposé le mastic inventé il y a 70 ans par son grand-père, et connu sous le nom de *mastic Dihl.* L'usine pour la fabrication de ce mastic occupe seulement 3 ouvriers. Les seuls appareils employés sont des meules et des tamis. Le mastic Dihl se vend au prix de 30 fr. le quintal lorsqu'il est jaune, et de 55 fr. lorsqu'il est blanc. La valeur des produits fabriqués annuellement ne dépasse pas 12,000 fr.

Le mastic Dihl est imperméable et il acquiert promptement une grande dureté. Il est formé de 9 parties de brique pilée et d'une partie de litharge. On l'emploie surtout pour faire les rejointements dans les ouvrages en pierre, en mortier, en plâtre, en briques. A cet effet on le gâche avec de l'huile de lin ou avec de l'huile de noix; dans cette opération il faut environ 25 litres d'huile pour 1 quintal de mastic. On a d'ailleurs le soin d'enduire d'abord avec une huile grasse, les parties sur lesquelles le mastic doit être appliqué, afin d'empêcher que l'huile de lin qui entre en combinaison dans le mastic ne soit absorbée par les parois.

On emploie aussi le mastic Dihl pour la peinture conservatrice. Dans ce cas, on commence par le broyer à l'huile, comme le blanc de céruse, et on l'applique ensuite avec le pinceau. Il peut servir à enduire le fer, le bois, et surtout le plâtre, ainsi que la pierre; il adhère fortement à tous ces matériaux qu'il préserve très-bien de l'action de l'air.

M. St. Sorel (n° 9223).

*Ciment d'oxychlorure de zinc.*—M. Sorel, connu déjà par ses importants travaux sur la galvanisation du fer, a inventé récemment un ciment à base d'*oxychlorure de zinc* qui peut recevoir un grand nombre d'applications. Pour obtenir ce ciment, on délaye de l'oxyde de zinc dans un chlorure liquide de la même base. Le chlorure doit marquer 50 degrés de l'aréomètre de Baumé, et, afin que le ciment prenne moins rapidement, il est bon d'y introduire 3 p. 0/0 de borax. Lorsque le mélange est fluide, il peut être coulé dans des moules, et, en durcissant, il reproduit leur forme avec une netteté remarquable. Le ciment d'oxychlorure basique de zinc possède une qualité précieuse, une grande dureté; il est, en effet, plus dur que la chaux carbonatée. En outre, il résiste au froid, à la chaleur et à l'humidité. Les acides eux-mêmes l'attaquent assez lentement.

Pour diminuer son prix de revient, on peut y mélanger des matières étrangères, telles que du sable ou de la limaille de fer.

M. Sorel emploie son ciment, à sceller le fer dans les con-

structions, à faire des dallages en mosaïques, à mouler très-exactement des statuettes ainsi que des médaillons. Lorsqu'il l'emploie à sceller le fer dans les constructions, il le mélange avec de la limaille de fer, et le composé qui en résulte est assez dur pour être difficilement attaqué par la lime. Les dallages en mosaïques peuvent, d'ailleurs, recevoir les couleurs les plus vives et les plus variées : un essai de ce genre, fait dans l'église Saint-Étienne-du-Mont, a donné des résultats satisfaisants.

Ce ciment pourrait encore trouver une application très-importante et remplaçer la peinture à l'huile. On opère en délayant dans de l'eau et un peu de colle, l'oxyde de zinc pur ou coloré. On applique ce mélange comme les peintures ordinaires à la colle ; puis, quand il y en a une couche suffisante, on passe par dessus avec une brosse, un peu de chlorure de zinc à 25° de Baumé. Il se forme immédiatement de l'oxychlorure de zinc, qui est une peinture très-solide, sans odeur, sèchant instantanément. Cette peinture peut d'ailleurs être poncée ou recevoir un vernis.

Les peintures, employées pour la conservation des bâtiments, présentent toutes des inconvénients ; aussi, le moindre progrès, qui serait réalisé dans cet art, aurait-il une très-grande importance. Les essais entrepris jusqu'à présent par M. Sorel sont donc dignes au plus haut degré de l'attention et de l'intérêt des constructeurs.

C'est en quelque sorte avec regret que la Classe XIV^e^ s'est bornée à donner à M. Sorel une simple mention honorable pour l'emploi si ingénieux de l'oxychlorure de zinc, comme ciment et comme peinture ; mais le procédé de M. Sorel est encore très-récent, et la Classe XIV^e^ a dû suivre la règle invariable qu'elle s'était imposée de ne décerner des récompenses d'un ordre élevé pour les procédés nouveaux relatifs aux constructions, qu'autant qu'ils avaient pour eux la sanction d'expériences suffisamment prolongées, faites sur une grande échelle.

## 6. — MATÉRIAUX SILICATÉS.

Des matériaux de construction artificiels s'obtiennent encore en employant des silicates comme ciments. Ces silicates ont une composition différente de ceux qui entrent dans les mortiers : tantôt ils sont liquides et alors on opère par voie humide ; tantôt ils sont fondus et préparés par voie sèche.

*Matériaux silicatés par voie humide.*

M. Kuhlmann (n° 2377).—On doit à M. Kuhlmann la découverte d'un procédé très-ingénieux qui a fixé d'une manière toute particulière l'attention de la classe des Constructions Civiles : ce procédé est celui de la *silicatisation des pierres.*

Le professeur Fuchs, de Munich, avait eu l'idée de se servir du silicate de potasse ou du *verre soluble* (*wasser glass*), pour conserver les tissus et pour les rendre incombustibles. Mettant ces recherches à profit, M. Kuhlmann essaya d'employer le silicate de potasse à la *silicatisation des pierres.*

Lorsqu'on met une pierre en contact avec une dissolution, elle en absorbe rapidement une certaine quantité, et le liquide pénètre de la manière la plus intime dans les pores de la pierre jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à une sorte de saturation.

Dès 1841, M. Kuhlmann constata qu'un calcaire très-friable comme la craie, étant immergé dans une dissolution de silicate de potasse, change complétement de nature : il devient peu perméable et il acquiert la consistance ainsi que la dureté du marbre. Une action chimique s'est alors opérée : une partie de la silice en dissolution dans la potasse s'est combinée avec le calcaire, tandis qu'une autre partie s'est interposée dans les pores du calcaire et s'est solidifiée. Ce fait fondamental est le point de départ des recherches sur la *silicatisation des pierres;* M. Kuhlmann songea, en effet, immédiatement à l'appliquer et à le mettre

à profit pour la conservation de la pierre. Des expériences en grand furent tentées, notamment à Munich, à Berlin, pour la silicatisation des peintures à fresques, au moyen d'arrosements siliceux. En Angleterre, on employa le silicate de potasse au durcissement des calcaires et à la préparation des pierres artificielles.

Pour silicatiser la pierre, voici quel est, en peu de mots, le procédé suivi par M. Kuhlmann. Il prend du silicate de potasse préparé avec soin dans son usine et ayant la composition du *verre soluble*. Il le dissout dans deux fois son poids d'eau, ce qui donne un liquide formé de 1 partie de verre soluble et de 2 parties d'eau; c'est ce liquide qui est livré au commerce.

Lorsqu'il s'agit de faire les peintures siliceuses qui ont été proposées par M. Kuhlmann, on peut l'employer immédiatement.

Lorsqu'on veut l'appliquer à la silicatisation de la pierre, il est convenable de l'étendre encore de 2 à 3 parties d'eau. On imbibe la pierre avec la liqueur convenablement étendue, et l'on emploie pour cela des pinceaux, des brosses, des arrosoirs, des pompes. On a soin, d'ailleurs, de faire agir alternativement la dissolution siliceuse et l'air; en outre, tant que la pierre refuse d'absorber de nouvelles quantités de silicate, on lave sa surface avec de l'eau, afin d'éviter la formation d'un vernis siliceux. Cette dernière précaution est de la plus haute importance, si l'on veut que la pierre conserve son aspect mat, comme cela doit être dans les statues, et en général dans les sculptures.

Le prix actuel du verre soluble est de 85 francs le quintal métrique pris à Lille. Le prix du liquide à 1/3 de verre soluble est de 30 francs. Il résulte de ces prix du silicate de potasse, que la dépense pour silicatiser 1 mètre cube de pierre, varie de 1 franc à 1 fr. 25 cent., suivant la nature de la pierre, sa porosité et la quantité de liquide qu'elle absorbe.

Dans ces derniers temps le procédé de M. Kuhlmann

a été employé à la conservation de plusieurs de nos monuments et il a donné des résultats satisfaisants. Ainsi on l'a employé à Versailles, à Fontainebleau, à la cathédrale de Chartres, à l'hôtel de ville de Lyon et à Notre-Dame de Paris. En ce moment même on s'en sert pour conserver les statues qui décorent le nouveau Louvre. Des certificats de MM. Lassus, Lefuel, Violet-Leduc et d'autres architectes constatent, que la *silicatisation de la pierre* a donné les meilleurs résultats, et il est probable qu'elle est appelée à rendre de grands services dans les constructions.

— Il résulte d'ailleurs de recherches récentes et encore inédites de M. Kuhlmann, que la silicatisation de la pierre se lie d'une manière intime à la solidification des chaux hydrauliques et des ciments.

Observons en effet que quand le silicate de potasse est mis au contact du plâtre, une double décomposition s'opère immédiatement : il se forme du sulfate de potasse et du silicate de chaux. Mais il en est autrement quand du silicate de potasse est mis en contact avec de la craie ou avec une pierre calcaire ; car alors la silice est absorbée, tandis que la potasse devient libre. La silice, absorbée forme lentement avec le carbonate de chaux une combinaison intime qui est un silico-carbonate de chaux.

Dans les mortiers même fort anciens, le carbonate de chaux reste associé à de la chaux hydratée : lorsqu'on silicatise ces mortiers, la silice se substitue à l'eau de l'hydrate. De même si l'on opère sur de la chaux délitée, la silice se substitue à l'eau de l'hydrate de chaux et donne un silicate qui en présence de l'air et d'un excès de chaux produit un silico-carbonate.

M. Kuhlmann signale un fait important au point de vue théorique, c'est que le silicate de chaux, obtenu artificiellement avec excès de silicate de potasse ou de soude, quoique bien lavé et dégagé d'alcali libre, attire encore l'acide carbonique pour former un silico-carbonate.

Enfin lorsque dans l'une des applications de la silicatisation, on arrose les peintures à fresques fixées sur un fond de chaux grasse, on ne fait encore que produire artificiellement de la chaux hydraulique ou du silico-carbonate.

Ces considérations, que M. Kuhlmann n'a pas encore publiées, jettent un grand jour sur la théorie des chaux hydrauliques ; elles établissent de plus une admirable connexité entre les chaux et les ciments hydrauliques et aussi entre les produits de la silicatisation des mortiers et des pierres calcaires.

La XIV^e^ Classe a pensé qu'il convenait de désigner d'une manière spéciale à l'attention des constructeurs, l'ingénieux procédé de M. Kuhlmann, pour lequel elle eût proposé une haute récompense, si M. Kuhlmann ne faisait lui-même partie du Jury International.

*Matériaux silicatés par voie sèche.*

Dans le procédé de M. Kuhlmann les matériaux de construction sont silicatés par voie humide ; dans les procédés desquels nous allons parler maintenant, ils sont au contraire silicatés par voie sèche.

MM. Ransome et Parsons à Ipswich (Angleterre) ont inventé un procédé qui a de l'analogie avec celui de M. Kuhlmann. Ils se servent, en effet, du silicate de potasse avec lequel ils fabriquent par voie sèche des pierres artificielles.

— L'idée d'employer la chaleur pour agglutiner les matériaux de construction, est d'ailleurs extrêmement ancienne et même antérieure à la découverte des propriétés de la chaux. Dans plusieurs parties de la France, notamment en Bretagne et en Alsace, on trouve en effet des débris de constructions qui remontent aux Celtes et qui sont formées de roches agglutinées par la chaleur [1]. A une époque très-reculée, les premiers habitants de notre pays ont donc bâti des murailles en pierre sèche avec des roches facilement fusibles, quelquefois même avec des porphyres ou des

[1] *Constant-Prévost*, Notes inédites sur le camp de Péran, près St-Brieuc. — *Kœchlin-Schlumberger*, Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

granites; puis les chauffant à l'aide du bois provenant des forêts immenses an milieu desquelles ils vivaient, ils parvenaient à cimenter ces murailles par la vitrification et à les transformer en monolithes.

M. A. Bérard (n° 1184).

En cherchant à produire des matériaux de construction complétement inaltérables dans l'eau de mer, M. Bérard a été conduit à une idée semblable et il présentait à l'Exposition un bloc formé de silicates fondus.

Ces silicates proviennent de scories de forges; ils sont surtout à base de fer et de chaux. Ils se fabriqueraient d'ailleurs avec les roches aisément fusibles, qui seraient le plus à proximité dans la localité dans laquelle on opérerait. Leur fusion a lieu dans des fours complexes, qui ont une grille comme le four à réverbère, et qui se chargent par le haut comme le cubilot. A l'aide de ces fours, M. Bérard espère pouvoir fabriquer économiquement des blocs cubant 15 mètres.

Il n'est pas nécessaire du reste que toute la matière du bloc soit amenée à l'état de fusion : et même on économise beaucoup la dépense de combustible, en composant le bloc de fragments qui sont ensuite agglomérés par une pâte de silicate fondu. Il faut seulement que la pâte soit bien fusible et qu'elle ait une cohésion aussi grande que possible. Quant au bloc, il doit être soumis à un refroidissement gradué et très-lent, autrement il se fendillerait comme cela a lieu pour les scories des hauts fourneaux.

Les blocs de silicates fabriqués par voie sèche présenteraient des avantages incontestables pour les enrochements sous-marins; car ils seraient inaltérables à l'eau de mer. De plus leur densité moyenne serait environ de 3 et on pourrait même l'augmenter; les vagues les déplaceraient donc moins facilement que le granite, dont la densité est 2,5, et surtout que le mortier, dont la densité est encore plus petite. D'un autre côté les frais de fabrication et de transport des blocs paraissent devoir être très-considérables; aussi le Jury a-t-il pensé qu'il était nécessaire d'attendre une

expérience faite sur une grande échelle pour se prononcer sur l'économie et sur la valeur pratique du procédé de M. Bérard.

## F. — PLATRES.

Nous allons maintenant nous occuper des matériaux artificiels qui ont pour base le plâtre. Ces matériaux sont le **plâtre**, le **stuc**, le **plâtre aluné** et divers **plâtres composés**.

*Plâtre.* — Lorsqu'on chauffe le gypse à une température de 120°, il abandonne l'eau qu'il contient et il devient alors l'un des matériaux de constructions les plus utiles : le *plâtre.*

Quelques échantillons de plâtre envoyés à l'Exposition Universelle ne nous ont rien présenté de remarquable ; ils nous offraient cependant le plâtre de Paris qui est, comme l'on sait, d'une qualité tout à fait supérieure.

A plusieurs reprises le plâtre de Paris a été l'objet de recherches ayant pour but de découvrir la cause de sa supériorité ; nous signalerons notamment celles de MM. Payen et Berthier. Nous allons faire connaître ici quelques essais entrepris sur sa composition, qui peuvent servir à éclairer cette question.

Le plâtre de Paris renferme une proportion de carbonate de chaux variable, qui s'élève jusqu'à 13 pour 100. Nous avons constaté de plus qu'il contient de la silice : cette silice se montre quelquefois à la surface des échantillons qui ont été exposés à l'air ; elle présente cette particularité remarquable qu'elle est soluble et se dissout non-seulement dans les alcalis caustiques, mais même dans les carbonates alcalins.

Ainsi nous avons essayé le gypse du banc des Moutons à Clamart, qui est grenu, tendre, jaunâtre, et qui donne un plâtre de bonne qualité. Ce gypse renferme 3 pour 100 de silice qui est soluble dans une dissolution de carbonate de soude. Il contient en outre 2,28 d'argile. Dans d'autres échantillons de gypse, la proportion de silice est d'ailleurs plus grande.

Le gypse est comme on sait fréquemment associé avec la silice. Le plus souvent cette silice est cristallisée et à l'état de quartz dodécaédrique, ainsi qu'on l'observe dans le gypse des marnes irisées. Mais dans le gypse du terrain tertiaire de Paris, la silice est généralement amorphe; elle renferme de plus une certaine proportion d'eau et elle se laisse facilement dissoudre dans les alcalis.

Nous avons essayé en outre une *ménilite* du terrain de gypse de Villejuif. Cette ménilite a une cassure très-compacte, résineuse et une couleur brun de bois; sa forme est celle de rognons. Elle contient 7,6 d'eau, et après calcination elle devient blanche. Nous avons constaté que lorsqu'on la porphyrise et qu'on la fait bouillir avec une lessive de potasse caustique, on en dissout facilement 80 pour 100; en prolongeant l'opération il est visible qu'on la dissoudrait entièrement.

Lorsque la silice du terrain de gypse est à l'état de *silex nectique* elle se dissout encore avec plus de facilité dans les alcalis. Le silex nectique que nous avons essayé était extrêmement léger, et il avait une couleur blanche; il provenait du calcaire lacustre des Batignolles. Sa perte au feu est seulement de 3,5. Une lessive de potasse au même degré de concentration que celle qui a servi pour la ménilite et agissant dans les mêmes circonstances, a dissous 95 pour 100 de silice; la petite quantité de silice qui restait sur le filtre était gonflée, translucide, et en prolongeant l'action on l'aurait dissoute complétement.

Il résulte donc de ces essais que la silice hydratée qui est associée au terrain de gypse et de calcaire lacustre des environs de Paris, est soluble dans les alcalis et même dans les carbonates alcalins; elle est surtout facilement soluble lorsqu'elle est très-divisée et très-poreuse, comme le silex nectique.

*Stuc.* — On donne le nom de *stuc* au plâtre gâché avec de la gélatine ou de la colle forte. La *scagliola* des Italiens est également du stuc. Le plâtre qu'on emploie pour le stuc doit être blanc et aussi pur que possible; on le cuit généralement d'une manière particulière, ordinairement dans

des fours de boulanger. On peut lui donner les couleurs les plus variées en le mélangeant à des oxydes métalliques, mais il faut rejeter les couleurs végétales, car elles n'auraient pas de durée. Il est facile d'imiter les différents marbres avec le stuc et pour quelques-uns la reproduction est même assez parfaite. Les veines des marbres s'obtiennent par le mélange de couleurs avec la pâte; les brèches s'imitent en introduisant dans la pâte des fragments de stuc colorés; les granites et les porphyres se font comme les brèches et aussi en taillant le stuc; puis en remplissant les trous par une pâte ayant la couleur des cristaux qu'on veut représenter. Quelquefois le stuc s'applique liquide et à la brosse; dans ce cas on en superpose une vingtaine de couches sur la surface qu'on veut recouvrir.

Pour polir le stuc, on emploie le grès pilé et une molette de pierre; il présente alors des cavités qu'on rebouche avec du stuc plus liquide; on le passe à la pierre ponce, puis on rebouche de nouveau les cavités en répétant l'opération jusqu'à ce que la surface soit bien unie. On lui donne ensuite un poli plus parfait avec de la pierre de touche, et on relève ce poli en le frottant avec des chiffons légèrement enduits de cire.

Il est facile de comprendre que le stuc ne peut pas servir à la décoration extérieure; mais à l'intérieur il se conserve assez bien.

La fabrication du stuc remonte à la plus haute antiquité; car on a trouvé du stuc à Ipsamboul et dans les ruines de l'ancienne Égypte[1]. Elle a surtout de l'importance en France, en Angleterre, en Italie et en Allemagne; mais elle est connue de tous les peuples.

L'Exposition de 1855 n'a d'ailleurs constaté aucun progrès important fait dans cette industrie, et nous nous contenterons d'énumérer les principaux exposants.

*Plâtre aluné.* — On appelle *plâtre aluné* le plâtre qui est

[1] *Sir Charles Lyell :* Principles of geology, t. III, p. 278.

cuit avec de l'alun et qui en renferme environ 2 0/0. Le plâtre aluné est aussi connu sous le nom de *ciment anglais*. La découverte du plâtre aluné remonte seulement à quelques années; elle est due à M. Savoye, commissaire du classement à l'Exposition Universelle.

Cette industrie a commencé à se répandre, mais elle est loin d'avoir acquis en France et à l'étranger le développement dont elle serait susceptible. Cependant le plâtre aluné est bien supérieur au plâtre ordinaire et au stuc; car il ne s'évente pas en vieillissant; sa prise est très-lente, en sorte qu'on peut le travailler sans aucune perte; de plus, il supporte le mélange avec 1 ou même 2 parties de sable; enfin il acquiert la dureté et la résistance de la pierre calcaire. Il est vrai que son prix est resté fort élevé, puisqu'il est de 22 fr. par quintal métrique, c'est-à-dire quadruple de celui du stuc ordinaire : c'est sans doute à cette circonstance qu'il faut attribuer le peu de développement que cette industrie a reçu jusqu'à présent.

### EMPIRE FRANÇAIS.

M. H. Bex. — M. H. Bex est l'un des principaux stucateurs et marbriers de Paris; plusieurs objets sortant de ses ateliers se trouvaient à l'Exposition. Le tableau suivant indique, pour Paris, le prix du mètre carré poli de quelques variétés de *stucs*.

| Nature de la roche imitée par le stuc. | Prix du mètre carré poli. |
|---|---|
| Marbre blanc statuaire; stuc appliqué à la brosse. . . . . | 10 f |
| Marbre blanc veiné, jaune antique, etc.; stuc posé à la truelle. | 13 à 14 f |
| Sarrancolin, Brèche d'Alet, Brèche africaine. . . . . | 15 à 16 |
| Serpentines, marbre vert Campan, portor, griotte. . . . . | 17 |
| Granites et porphyres. . . . . | 16 à 18 |

Pour tous les stucs à la truelle, il faut compter en sus 4 f,50 d'épannelage. Pour les granites ou les porphyres, la taille augmente encore le prix de 3 fr.

Parmi les travaux exécutés par M. H. Bex, nous citerons la galerie des Batailles et le nouvel escalier du palais de Versailles, la salle des séances et la bibliothèque au palais du Sénat, les appartements de réception des ministères d'État, de la Justice et des Affaires étrangères, plusieurs églises de Paris. Il a fait en outre quelques travaux assez importants en Angleterre pour MM. Hope et de Rothschild.

M. A. Bex. — M. A. Bex fabrique également des *stucs* et même sur la plus grande échelle. Il emploie aussi le *plâtre aluné*, et dans ces derniers temps il a cherché à utiliser dans les constructions un mélange de plâtre et de résine.

On lui doit plusieurs travaux remarquables, notamment ceux du Conservatoire des arts et métiers, de la Sainte-Chapelle, de la cathédrale de Bayonne, du Théâtre-Italien et surtout de l'hôtel de ville de Paris.

M. Lemesle (n° 4310). — M. Lemesle exploite la carrière de gypse de Lagny, dans laquelle il occupe 8 ouvriers. Comme le gypse de Lagny a une couleur blanche, on le recherche beaucoup pour certains usages. Ainsi, on s'en sert comme albâtre gypseux dans la marbrerie; de plus les fabricants de papier et de couleurs l'emploient cru, après l'avoir pulvérisé. La quantité de ce gypse qu'ils consomment est à peu près de 15,000 q. m. par an.

M. Lemesle possède d'ailleurs une usine à Paris, dans laquelle il fabrique du plâtre avec le gypse de Lagny et aussi avec celui de Pantin. Cette usine occupe 15 ouvriers et compte 10 fours qui sont analogues aux fours de boulangers. Le plâtre qu'on obtient est parfaitement blanc et les artistes s'en servent pour la reproduction des statues. La plus grande partie de ce plâtre est consommée dans les manufactures de porcelaine, dans lesquelles il sert à fabriquer des moules. Une partie est aussi mélangée avec 2 pour 100 d'alun et vendue aux stucateurs de Paris qui l'emploient comme plâtre aluné.

Depuis quelques années M. Lemesle fait des bas-reliefs et différents moulages avec du plâtre de Lagny trempé

dans l'acide stéarique ; il obtient ainsi une matière qui, à cause de la grande pureté du gypse de Lagny, est supérieure à celles qu'on pourrait produire avec le gypse ordinaire. Elle possède tout à fait l'éclat et la transparence de l'ivoire. Coulée dans la gélatine, elle donne des moulages qui sont très-remarquables et qui reproduisent les détails les plus délicats avec une exactitude parfaite.

M. Crapoix (n° 7847). — M. Crapoix fabrique à Paris des *stucs* avec du plâtre de Lagny et de la colle de Givet. Il emploie aussi le *plâtre aluné*. Les principaux travaux qu'il a exécutés se trouvent au château de Neuilly, au palais du Corps législatif et à l'Élysée.

M. Jabert (n° 4299). — M. Jabert, de Clermont-Ferrand, a exposé des tablettes et des colonnes en *stuc* imitant très-bien les principales variétés de marbre. Ces stucs qui sont fabriqués avec soin, se vendent à des prix peu élevés.

MM. Chartier et Dufour (n° 4266). — MM. Chartier et Dufour dirigent maintenant l'usine que M. Savoye a créée à Maisons-Alfort pour la fabrication du *plâtre aluné*.

Dans ces derniers temps on a mélangé le plâtre aluné à 2 parties de sable et on en a fait des mortiers pour la grosse maçonnerie. Avec une partie de sable, le plâtre aluné donne un mortier très-dur qui peut être utilement employé à la fabrication des dalles. Quelques peintres en bâtiment l'ont substitué au mastic pour le rebouchage des murs sur lesquels on doit appliquer la couleur.

Divers architectes l'ont employé pour des travaux importants; nous citerons notamment MM. de Gisors, Gilbert, Moreau, Philippon, Vaudoyer, en France; MM. Hopper, Higgins, Barry, en Angleterre. Ces travaux ont été faits au ministère de l'intérieur, au château de Versailles, au palais du Sénat, au Conservatoire des arts et métiers, à Paris; au château de Windsor, au palais Buckingham, à Guildhall et au Royal Exchange, à Londres.

M. Profilet.—*Plâtre aluné.* — Le plâtre aluné a été employé par M. Profilet, à la fabrication des meubles en mo-

saïques. Les mosaïques en plâtre aluné ont des couleurs vives et durables qui leur sont données par des substances minérales. Elles ont sur les mosaïques en pierres naturelles l'avantage de se laisser travailler plus facilement. Elles sont supérieures aux mosaïques en bois par leur durée ainsi que par la fixité de leurs couleurs. Leur incrustation se fait, soit dans le bois, soit dans la pierre. Elles remplacent très-bien les ouvrages en marqueterie et ébénisterie; elles peuvent aussi servir à décorer les parquets, les vestibules, et certaines parties des constructions.

M. J. Grosset (n° 4291). — *Plâtre composé.* — M. Grosset fabrique une pierre artificielle, avec du plâtre, de l'alun, de la limaille ou des battitures de fer. Il en fait des briques creuses, ainsi que des tuyaux creux de cheminées, d'après le système proposé par M. Gourlier [1]. Ce produit a l'avantage d'être assez solide, et surtout très-léger; mais il résiste mal aux intempéries, et nous avons constaté qu'il se ramollit considérablement par l'action prolongée de l'eau dans laquelle il finit même par se désagréger. Les tuyaux de cheminées qui sont en plâtre composé, sont d'ailleurs très-réguliers et s'emboîtent aisément l'un dans l'autre; de plus, il sont bien lisses à l'intérieur, en sorte que la suie n'y adhère pas fortement; cependant de même que les tuyaux en terre cuite, ils ont encore l'inconvénient de se fendre par l'action de la chaleur, en sorte qu'ils peuvent donner lieu à des incendies.

M. Dumesnil (n° 4452). — M. Dumesnil, fabricant de plâtre à Mareuil-les-Meaux, avait présenté plusieurs produits qui ont attiré l'attention de la Classe XIV.

*Four à plâtre.* — Signalons d'abord son nouveau four pour la cuisson du plâtre.

Ce four se compose de deux parties : la première est le foyer, qui a la forme d'un cône renversé; la deuxième est le four proprement dit, qui présente à peu près la forme d'un cône tronqué. Les détails de construction de ce four

[1] Bulletin de la Société d'Encouragement, avril 1854, p. 237.

exigent nécessairement une figure, et on les trouvera dans le rapport fait par M. Jacquelain à la Société d'Encouragement[1].

Nous remarquerons seulement que le four Dumesnil est chauffé au bois et cuit 35 mètres cubes de plâtre par jour; de plus, le prix de revient du mètre cube est seulement de . . . . . 4f,28

Or, quand on cuit le plâtre au bois et en culée, le prix du mètre cube est de. . . . . 6f,06

Par conséquent le four Dumesnil serait beaucoup plus avantageux et donnerait, par mètre cube de plâtre, une économie de. . . . . 1f,78

*Plâtre composé.* — M. Dumesnil fabrique aussi un *plâtre composé*, avec lequel il obtient une pierre factice[2].

Cette pierre est composée de plâtre auquel on ajoute une petite quantité de chaux, d'alun, de colle ou de gélatine; on y met aussi de l'ocre jaune comme matière colorante, et on en fait un mortier en y ajoutant une certaine proportion de sable ou de cailloux.

L'idée d'introduire de la chaux dans le plâtre est déjà ancienne; elle a été émise par M. le baron Thénard. M. le général Morin a constaté en outre que la résistance du plâtre gâché à l'eau est seulement de 5, tandis qu'elle est de 7,3 pour le plâtre gâché au lait de chaux. Il paraîtrait résulter aussi d'expériences faites par M. Jacquelain, que le mélange d'un peu de chaux au plâtre donne de bons résultats; car lorsque cette chaux s'est carbonatée, ce qui exige au moins une année, le plâtre mélangé de chaux présente une résistance à l'écrasement qui est notablement plus grande que celle du plâtre ordinaire, et qui peut même devenir double.

Les proportions très-faibles d'alun et de colle que M. Du-

[1] Rapport fait par M. *Jacquelain* au nom du Comité des arts chimiques sur un four à plâtre de M. *Dumesnil*. Bulletin de la Société d'Encouragement, 1855.

[2] Rapport fait par M. *Gourlier* au Comité des arts économiques sur les carreaux en pierre factice de M. *Dumesnil*. — Bulletin de la Société d'Encouragement, 53e année, 2e série, t. I, avril 1854, p. 237.

mesnil ajoute à son plâtre, ne paraissent d'ailleurs pas augmenter beaucoup sa résistance à l'écrasement.

Les pierres factices de M. Dumesnil sont tantôt pleines, tantôt creuses. Il en fabrique des chaperons, des entablements, des plinthes et diverses moulures. Il en fait également des carreaux pour dallages. Le tableau suivant donne le poids ainsi que le prix de ces carreaux :

| Carreaux creux et pleins. | | Épaisseur. | Poids du mètre. | Prix à Paris. |
|---|---|---|---|---|
| Mètre superficiel formé par 5 carreaux. | pleins. . | 0m,40 | 455 k. | 7f 40 |
| | creux. . | *Id.* | 362 | 6 80 |
| Mètre superficiel formé par 5 carreaux. | pleins. . | 0m,20 | 335 | 5 |
| | creux. . | *Id.* | 195 | 4 |
| Mètre superficiel formé par 5 carreaux. | pleins. . | 0m,05 | 65 | 2 30 |
| | creux. . | 0m,05 | 45 | 2 |

La pierre factice de M. Dumesnil a déjà été employée dans plusieurs constructions, et M. Gourlier a reconnu qu'elle est très-supérieure au plâtre, qu'elle a l'avantage d'être moins chère que la pierre ordinaire, et qu'elle peut rendre des services dans toutes les constructions intérieures.

M. Dufailly (n° 4471).

*Machine à pulvériser le plâtre.* — Il reste ordinairement dans le plâtre des fragments qui ont échappé à la pulvérisation. Ces fragments, que les ouvriers nomment la mouchette, donnent lieu à une certaine perte que permet d'éviter une machine très-simple inventée par M. Dufailly. Cette machine, nommée sas à cadre mobile, consiste en un tamis à secousse, qui laisse traverser le plâtre suffisamment fin, mais qui rejette les fragments trop gros sous un cylindre broyeur.

Une expérience faite par la chambre sydicale des entrepreneurs en maçonnerie, a montré que le plâtre du commerce passé à cette machine, éprouve un foisonnement de 10 pour 100; par suite il en résulte une économie égale dans

son emploi. En outre ce plâtre se combine à une plus grande quantité d'eau, en sorte qu'à volume égal il est plus avantageux : ainsi, 10 litres de plâtre passé à la machine ont consommé 11 litres d'eau, et ont suffi pour crépir une surface de 1 mètre, tandis que 10 litres de plâtre ordinaire n'ont employé que 10 litres d'eau et ont couvert seulement une surface de $0^m,84$ : à volume égal le plâtre passé au sas donne donc encore une économie de 16 pour 100.

### EMPIRE D'AUTRICHE.

LA PLATRIÈRE DE KRENTHALLER (n° 587). — La Plâtrière de Krenthaller, à Schottwein, dans la basse Autriche, avait envoyé ses produits.

Le gypse de Krenthaller est blanc; il donne un *plâtre* qui peut être employé pour faire des stucs et pour mouler des statues.

L'usine existe depuis un siècle; elle occupe 6 ouvriers; elle produit 600 quintaux métriques par an[1]. Elle fabrique aussi de la chaux hydraulique.

La cuisson du plâtre se fait dans des vases de fonte.

### ÉTATS SARDES.

MM. CORBELLA et DELUCA (n° 98). — MM. Corbella et Deluca fabriquent, à Turin, des marbres artificiels (*marmi artificiali*) qui sont complétement différents des marbres artificiels de Padoue, car ils sont formés de *plâtre aluné*. On en fait spécialement des carreaux pour le dallage des appartements. Ces carreaux reçoivent la couleur que l'on veut et ils imitent même les principaux marbres : leurs dimensions sont comprises entre 10 et 35 centimètres; leur épaisseur est au plus de 2 à 3 centimètres; leur prix varie avec leurs dimensions; il est de 6 fr. à 9 fr. par mètre carré. Ce prix est inférieur à celui des dalles en ciment (*terrazi*), mais ces dernières ont plus de durée.

[1] Le quintal d'Autriche est à très-peu près de 56 kil.

Pour poser ces carreaux, on commence par pilonner une couche de matériaux bien secs; on choisit, par exemple, de vieux mortiers qui ne soient pas salpêtrés. On étend par-dessus une couche de mortier ayant seulement 2 centimètres d'épaisseur, et on mélange la partie supérieure de cette couche avec du gypse : on place ensuite les carreaux en allant du centre à la circonférence. Il est nécessaire d'attendre une dixaine de jours avant de marcher sur les carreaux. On les enduit d'ailleurs avec de l'huile de noix ou de lin afin de les rendre plus brillants, ou bien même on y applique un encaustique comme celui qui sert à l'entretien des carrelages en terre cuite ; il est composé de cire vierge, de savon et de potasse caustique.

La bourse et quelques autres monuments de Turin sont dallés avec ces carreaux de plâtre aluné.

ÉTATS PONTIFICAUX.

MM. le marquis Al. et le comte Ant. Muti Pappazurri-Savorelli (n° 38), avaient exposé un ciment dont la composition ne nous est pas connue, qui serait propre à remplacer le marbre dans la décoration et dans la sculpture.

M. Ant. Urtis (n° 39) avait envoyé une belle table de *stuc* ainsi que des fragments de corniches imitant le marbre de Carrare et le marbre brèche.

TOSCANE.

M. C. Picchianti (n° 158), de Florence (Toscane), présentait des tables ainsi que des vases étrusques en *scagliola*.

## G. — BITUMES.

Les **bitumes** desquels il nous reste à parler maintenant, sont des matériaux de construction en partie naturels et en partie artificiels. Cette industrie était bien représentée à l'Exposition Universelle où elle comptait plus de 30 expo-

sants. Les 2/3 de ces exposants appartenaient à la France; le reste à l'Autriche, à la Bavière, à l'Espagne, au Portugal, au Mexique, au Canada.

L'emploi du bitume dans les constructions remonte à l'antiquité la plus reculée.

Il en est déjà fait mention dans la Genèse, où il est dit en parlant de l'arche de Noë : *Bituminabis bitumine ;* tu l'enduiras de bitume; et plus loin *asphaltus fuit eis vice cimenti* ; l'asphalte leur servit de ciment[1].

Les Égyptiens ont aussi employé le bitume pour leurs monuments et surtout pour la conservation des momies. Hérodote et Diodore de Sicile nous apprennent que les Assyriens s'en servaient également dans la construction des célèbres palais de Babylone. Ils le tiraient de Hit, petite ville de la Perse, située à 42 lieues à l'O.-S.-O. de Bagdad. Le bitume y est encore exploité maintenant, et il est déposé par des sources gazeuzes et salines, ayant une température de 35°[2].

En Judée, où le bitume se recueille sans aucune préparation sur les bords du lac Asphaltite, son usage était sans doute très-ancien.

Enfin il était aussi connu des Romains, et les ruines de Pompéï nous montrent encore maintenant des dallages exécutés en bitume[3].

A l'époque moderne, son emploi est assez récent; il ne paraît pas remonter au delà de l'année 1712, pendant laquelle Erini d'Erinys, médecin grec, professeur à Berne, fit la découverte de la mine d'asphalte du Val-de-Travers, dans la principauté de Neufchatel[1]. Toutefois, c'est seulement de nos jours, et même dans ces dernières années, que l'industrie du bitume a pris ce développement considérable auquel elle est actuellement parvenue.

En se régénérant, cette industrie est d'ailleurs devenue

[1] *J. Huguenet*, Asphaltes et naphtes.

[2] *D'Archiac*, Histoire des progrès de la Géologie; voir tome I, p. 407. Gaz inflammable, naphte, pétrole, salses.

[3] *H. Fournel*, Notice sur la pierre asphaltique du val de Travers.

toute française, et en quelque sorte parisienne ; Paris est en effet le centre de la fabrication et de l'emploi du bitume. Cependant le bitume a commencé à se répandre aussi en Autriche, dans le reste de l'Allemagne, en Italie et en Angleterre.

Bien que la France possède plusieurs mines de bitume très-riches, elles ne sont pas inépuisables et dans ces derniers temps on a dû suppléer au bitume minéral par des bitumes artificiels. Des progrès importants réalisés récemment, ont montré que les bitumes provenant de la distillation de la houille, de la tourbe, de la résine, du suif, des graisses, pouvaient être avantageusement employés à la fabrication des mastics bitumineux.

Pendant l'année 1854, la France a importé environ 330,000 fr. de produits bitumineux qui, pour la plupart, provenaient de Suisse et des États Sardes. Mais on a aussi commencé à exploiter des mines de bitume qui se trouvent à une grande distance de France, et dont les minerais peuvent être économiquement transportés comme fret par les navires. Cette exploitation des bitumes d'outre-mer sera prochainement appelée à quelque développement.

Enfin des perfectionnements importants ont été successivement apportés à la fabrication, et l'on a cherché à tirer parti des nombreux produits auxquels elle donne lieu : nous indiquerons ces perfectionnements, autant du moins que le permettent les bornes de ce rapport.

*Essai des bitumes.* — Pour juger les bitumes exposés, il était nécessaire de les soumettre à quelques essais dans le laboratoire ; c'est ce que nous avons fait avec le concours de M. Armand.

Nos recherches qui ont dû être très-rapides avaient uniquement pour but l'examen des bitumes et de leurs minerais au point de vue des applications industrielles. La marche suivie dans ces recherches est celle tracée par M. le général du génie Moreau, auquel on doit des études

approfondies sur toutes les questions qui se rattachent à l'emploi des bitumes [1].

La richesse d'un minerai de bitume s'évalue par la proportion de ce minerai qui est soluble dans les hydrogènes carbonés liquides, tels que l'essence de térébentine, l'huile de naphte, et surtout la benzine.

Le minerai de bitume qu'il s'agissait d'essayer était d'abord desséché, puis mis en digestion à chaud dans de la benzine. Cette benzine dissolvait facilement tout le bitume proprement dit, en sorte qu'en la filtrant et en la faisant évaporer dans une cornue de verre tarée, et en arrêtant l'opération avant le dégagement de l'eau, on obtenait directement le poids du bitume contenu dans le minerai.

Pour contrôler cette opération on pesait d'ailleurs le résidu donné par le minerai.

En traitant un minerai de bitume par la benzine, on en extrait tout le bitume proprement dit, c'est-à-dire la partie qui sert en réalité à la fabrication du mastic bitumineux. Quelquefois cependant il reste une matière charbonneuse qui résiste complétement à la dissolution; cette matière colore le minerai en noir, mais elle est inerte dans la fabrication du mastic; elle était dosée séparément par le grillage.

Si la richesse d'un minerai de bitume s'évalue par la proportion de ce minerai qui est soluble dans la benzine, pour apprécier sa qualité il est nécessaire d'examiner aussi sa gangue.

La gangue peut être un calcaire, une argile, un grès, une roche feldspathique.

A richesse égale en bitume le meilleur minerai est celui dont la gangue est un calcaire purvérulent; il est en effet complétement imprégné par le bitume, et il fond avec une grande facilité. Il suffit qu'il contienne 5 pour 100 de bitume

[1] Instruction relative à l'emploi du mastic bitumineux pour la confection des chapes des casemates des forts autour de Paris, par M. le général *Moreau* (Extrait de Recherches ordonnées par le Directeur supérieur sur les différents modes de chaper les voûtes souterraines employés en France depuis Vauban, et sur les résultats qu'on en a obtenus. — 1843). — Mémoires divers encore inédits.

pour qu'il s'agglutine, même à la température ordinaire. Lorsque le calcaire est cristallisé, il n'en est plus de même et le minerai est beaucoup moins estimé.

Quand la gangue est une argile, le minerai est encore intimement imprégné par le bitume; mais l'eau qu'il renferme en rend le traitement difficile et donne lieu à des pertes.

Quand la gangue est un grès ou une roche felspathique fragmentaire, le bitume est interposé entre ses grains et il ne les pénètre pas; il suffit alors de chauffer le minerai dans de l'eau bouillante, pour que le bitume s'en sépare et vienne flotter à la surface où on le recueille facilement.

Pour chacun des minerais de bitume qui ont été essayés, nous ferons connaître la nature de sa gangue; autant que possible, nous indiquerons en même temps les proportions de calcaire, d'argile et de sable que cette gangue renferme.

Lorsqu'on avait à essayer un bitume ou un mastic bitumineux, on le traitait par la benzine, absolument comme le minerai et on déterminait de même la proportion ainsi que la nature des substances étrangères qui lui étaient mélangées.

Une calcination en vase clos, donnait d'ailleurs les matières volatiles et le coke qui restait s'évaluait par un grillage.

On déterminait en outre la densité des bitumes, car elle est en relation intime avec leur composition.

Enfin on prenait la température du point de fusion des bitumes et des mastics bitumineux. Mais comme ces matières sont molles même à la température ordinaire, on les amenait complétement à l'état liquide dans une capsule de fer, puis on y plongeait un thermomètre; on observait ensuite la température de ce thermomètre au moment où la masse commençait à se figer et cessait de donner des vapeurs.

Après avoir fait connaître sommairement la marche suivie pour l'essai des bitumes, nous allons maintenant passer en revue les différents exposants :

### FRANCE.

M. Babonneau (n° 4249). — M. Babonneau est le directeur

d'une société pour l'exploitation et pour l'emploi du bitume : cette société exploite non-seulement les mines de bitume du *Val-de-Travers*, mais encore celles de *Chavaroche*, près d'Annecy-le-Vieux (Savoie), et celles de *Rocca-Secca*, aux environs de Naples. Dans ces trois mines on trouve un même minerai qu'on extrait par les mêmes procédés. Ce minerai est le calcaire imprégné de bitume qu'on désigne généralement sous le nom d'asphalte. Bien qu'il soit assez tendre, son état compacte et sa plasticité obligent d'avoir recours à la poudre pour le détacher en blocs. On l'exploite à ciel ouvert, et surtout souterrainement, quand l'épaisseur des couches le permet.

L'extraction annuelle de l'asphalte est de 3,750 tonnes au Val-de-Travers, de 2,300 tonnes à Chavaroche et à Rocca-Secca. On concasse les blocs qui ont été séparés par le jeu de la mine, de manière à les convertir en morceaux de 3 à 4 centimètres de côté. Une partie de ce produit est ensuite mise dans des tonneaux pour être expédiée dans les localités où l'asphalte est demandé sous cette forme. L'autre partie est transportée à l'usine où on la réduit en poudre destinée à la préparation du mastic. On met dans des tonneaux les 4/5 de cette poudre d'asphalte, qui est immédiatement livrée au commerce; le reste sert à la fabrication du mastic bitumineux.

L'asphalte forme la base du mastic bitumineux, mais il est nécessaire d'y ajouter un peu de bitume : la composition du mélange doit être en moyenne de 84,5 de calcaire et 15,5 de bitume. Pour préparer ce mastic, la société du Val-de-Travers emploie des chaudières fermées, cylindriques, munies d'un agitateur mécanique; ces chaudières peuvent être fixes ou mobiles. Les chaudières fixes servent à fabriquer de grandes quantités de mastic bitumineux, qui sont vendues directement aux entrepreneurs; les chaudières mobiles sont employées à faire le mastic sur le lieu même des travaux. Un rapport de M. Baudart, ingénieur des ponts et chaussées, constate qu'il n'en résulte aucun inconvénient

pour les passants, et que, sous ce rapport, elles réalisent un progrès notable. Les chaudières fixes ou mobiles sont munies des mêmes appareils et donnent des résultats identiques. Quand on traite les asphaltes du Val-de-Travers, de Chavaroche, de Rocca-Secca, on les mélange à 2,5 ou à 4,5 de leur poids de bitume ductile. On commence par faire fondre ce bitume, puis l'on y ajoute successivement l'asphalte en poudre. Après six heures de trituration, lorsque la masse est bien liquéfiée, on la coule en pains ou bien on l'applique en dallages et en enduits bitumineux. L'agitateur de ces chaudières a reçu une disposition qui permet, sans arrêter son mouvement, de procéder à une seconde opération dès que la première est terminée.

Pour obtenir du mastic bitumineux de la meilleure qualité possible, on n'y introduit jamais des bitumes fragiles, tels que le brai de Bayonne et les bitumes qui proviennent de la fabrication du gaz. Le bitume employé doit être à la fois doux et solide, de manière qu'il s'allie parfaitement bien à l'asphalte en roche : celui de Bastennes remplit très-bien ces conditions, et on s'en sert autant que possible. Malheureusement son extraction s'est beaucoup ralentie dans ces derniers temps, et la société du Val-de-Travers a dû chercher à fabriquer des bitumes ayant les mêmes qualités. Elle pense y être parvenue par deux procédés différents, dont la découverte est due surtout à M. Armand.

Dans le premier procédé, le bitume s'extrait de la roche d'asphalte par distillation. Dans le deuxième procédé, on soumet à un traitement particulier un mélange de bitume, de suif, d'arcanson bitumineux et de bitume de schiste, dans lesquels on introduit du sulfure de carbone saturé de soufre. On obtient ainsi un produit qui ressemble beaucoup au malthe ou au bitume naturel et liquide : il en a l'odeur, la consistance ainsi que la ductilité; il présente, en un mot, les propriétés caractéristiques des bitumes naturels de bonne qualité. Toutefois une expérience prolongée pendant plusieurs années pourra seule nous apprendre s'il conserve

aussi longtemps sa souplesse, son imperméabilité, et s'il est d'un aussi bon usage.

La société du Val-de-Travers fabrique annuellement 450 tonnes de ces deux bitumes artificiels.

— Les usages du mastic bitumineux dans les constructions sont extrêmement nombreux, et nous nous contenterons de signaler ici les principaux.

Pur ou mélangé de gravier, le mastic bitumineux étendu sur béton en couches de 1 à 1 1/2 centimètre, sert aux dallages intérieurs et extérieurs, aux sols de terrasse, aux couvertures de bâtiments, aux chapes de pont. Le gravier mélangé au mastic bitumineux doit être calcaire, car alors il s'unit de la manière la plus intime avec lui, et il s'use avec la même rapidité sous le frottement des pieds. Le gravier siliceux, qui est beaucoup plus dur, reste au contraire en saillie, et il a en outre l'inconvénient de se détacher assez facilement du mastic.

Selon les circonstances, on peut d'ailleurs rendre le mastic bitumineux plus ou moins flexible et plastique; on s'en sert même comme d'un ciment pour toutes les constructions hydrauliques. Ainsi la société du Val-de-Travers a construit des aqueducs et des citernes qui sont entièrement en briques et en bitume.

Le mastic bitumineux est employé avec de petits parallélipipèdes en porcelaine colorée, pour faire des mosaïques à fond noir, qui sont d'un très-bel effet.

Plus récemment on a fait des chaussées économiques et très-solides, qui sont formées de mastic bitumineux dans lequel on enchasse des cubes de grès ou de calcaire disposés en damier.

Comme l'a constaté depuis plusieurs années M. de Coulaine, l'asphalte naturel et en roche, peut immédiatement servir à l'exécution des chaussées empierrées. Voici quel est le procédé suivi par la Société du Val-de-Travers : on commence par recouvrir les chaussées d'une couche de béton ayant au plus de 15 centimètres d'épaisseur; puis on

pose deux règles de 6 centimètres d'épaisseur, qui ont la courbure prescrite pour la chaussée, et qui sont espacées entre elles d'environ 1 mètre. On chauffe alors de l'asphalte du Val-de-Travers en morceaux, et quand il commence à se désagréger par l'action de la chaleur, on le répand entre les deux règles. On le comprime ensuite d'une manière graduée à l'aide de rouleaux de poids différents. Après cette opération, il entre environ 128 kilogrammes d'asphalte dans chaque couche ayant 1 mètre carré de surface et 0m,06 d'épaisseur. Des chaussées empierrées en asphalte ont été faites à Paris, dans la rue Bergère, ainsi que dans les cours de l'hôtel du Louvre. Elles présentent un sol compacte, uniforme, solide, qui résiste bien à l'usure ; elles donnent moins de boue et moins de poussière que les chaussées empierrées ordinaires; leurs frais d'entretien sont aussi moindres. Nous verrons, d'ailleurs, plus loin que le minerai de bitume de l'Auvergne peut, de même que l'asphalte du Val-de-Travers, servir à l'exécution de chaussées empierrées. Au moment où ces chaussées prennent tant de développement à Paris, il nous paraît utile d'appeler d'une manière spéciale l'attention sur ces essais.

Le tableau suivant fait connaître les prix, à Paris, de l'asphalte, du mastic bitumineux et des principaux ouvrages en bitume :

| Matières diverses. | Quintal métrique. | Ouvrages en bitume. | Mètre carré. |
|---|---|---|---|
| Asphalte en roche. . . . . | 7f | Dallage pour trottoirs, places publiques, casernes, hospices, usines, etc. . . . . | 4f,25 |
| — en poudre. . . . . | 8 | Dallages en pente. . . . . | 6,50 |
| Mastic bitumineux en pains. . . | 11 | Chapes de voûtes. . . . . | 5,50 |
| Bitume raffiné . . . . . | 40 | Chaussées en mastic, en grès ou bien en asphalte comprimé. | 13 |

Dans la fabrication du bitume, on recueille d'ailleurs plusieurs produits accessoires qui sont propres à divers

usages : ces produits sont : la chaux qui provient de la calcination de l'asphalte, la paraffine, un baume employé en médecine, le bitume dit de Judée, la benzine, et surtout le naphte et le pétrole qui servent pour les vernis ainsi que pour l'éclairage.

La Société du Val-de-Travers a pris de grands développements dans ces dernières années. Ses relations s'étendent non-seulement à la France, mais même aux principales villes d'Europe. En outre, elle commence à traiter des minerais étrangers qu'elle fait exploiter à une grande distance, notamment les bitumes de la Trinité et de la Nouvelle-Grenade.

Si le développement industriel de cette société est dû à son directeur, M. Babonneau, une grande partie des perfectionnements introduits dans la fabrication doit être attribuée à M. Armand.

Nous allons signaler en quelques mots les perfectionnements les plus importants :

1° Jusque dans ces derniers temps, pour réduire l'asphalte en poudre, on le chauffait de manière à lui faire subir une décrépitation ; ce procédé a été remplacé par une trituration sous des meules qui donne lieu à une dépense moindre et qui évite une légère perte, due à ce que des huiles volatiles s'échappent toujours avec l'eau dans la calcination ;

2° Le mastic était fabriqué à bras d'homme et dans des chaudières découvertes ; maintenant on emploie des chaudières fermées, munies d'un agitateur mécanique. Par là le travail est régularisé, la perte de bitume ainsi que les dépenses de main-d'œuvre et de combustible sont moindres ; les vapeurs condensées donnent des huiles susceptibles d'être utilisées, qui auparavant étaient entièrement perdues ;

3° L'extraction directe du bitume pour la distillation de la roche d'asphalte ou du minerai de bitume et la fabrication des bitumes composés, constituent encore des perfectionnements notables. Ces procédés permettent d'obtenir plus économiquement des bitumes qui, d'après l'expérience

faite jusqu'à présent, paraissent de bonne qualité ; ils utilisent pour la fabrication des mastics les minerais de bitume de la Trinité et de la Nouvelle-Grenade ; ils tirent parti des résidus, tels que les bitumes de schiste et de suif, qui, jusqu'à présent, n'avaient aucune valeur dans le commerce.

4° Enfin de grandes améliorations ont surtout été apportées dans l'extraction directe et dans la distillation des bitumes. Dans une même opération les nouveaux appareils de distillation permettent, en effet, de séparer non-seulement le bitume, mais encore les diverses huiles volatiles qui lui sont associées.

MM. Baudoin (n° 3145).

Depuis 1839 MM. Baudoin frères exploitent les mines de *bitume de Seyssel*, et dirigent une importante usine dans laquelle ils emploient le bitume à différents usages [1].

Ils occupent plus de 200 ouvriers, bitumiers, mosaïstes, terrassiers, paveurs, menuisiers et forgerons. Le salaire de ces ouvriers varie de 3$^{f}$,50 à 6 fr. par jour.

La production de l'usine était représentée par le chiffre de 24,000 fr. en 1840 ; mais elle a dépassé 900,000 fr. en 1855 qui est toutefois une année exceptionnelle. Elle comprend pour cette dernière année :

110,000 mètres carrés de dallages en bitume à l'épaisseur moyenne de 0$^{m}$, 015 ;

20,000 mètres carrés exécutés en bitume factice dans des caves, des souterrains, des rez-de-chaussée, etc.

5000 mètres carrés de dallages en mastic blanc ou de couleur, unis ou ornés, qui atteignent seuls une valeur de 50,000 fr.

Nous allons faire connaître sommairement les procédés de fabrication de MM. Baudoin.

Une machine à vapeur de la force de 8 chevaux sert à

[1] Le minerai de Seyssel a été analysé par *M. Berthier*. Sa gangue est formée de 70 pour 100 de grains quartzeux et de 20 pour 100 de calcaire.

broyer l'asphalte qu'on emploie pour composer le mastic bitumineux. Elle met en mouvement deux manéges qui réduisent l'asphalte en poudre. Cette poudre est repoussée par un couteau écarteur jusque sur une grille annulaire concentrique à la plate-forme sur laquelle tourne la meule. Il en résulte que la poudre passe seule à travers la grille, tandis que les parties qui sont trop grosses sont ramenées sous la meule par un couteau disposé en sens inverse du premier. On obtient à l'aide de ces meules une poudre d'un grain régulier, et par jour chaque manége peut broyer en moyenne jusqu'à 12 tonnes d'asphalte rendant un volume de 10 mètres cubes.

Pour convertir la poudre d'asphalte en mastic bitumineux, on le mélange comme nous l'avons dit précédemment, avec du bitume de Bastennes ou de Gaujac. La proportion de bitume qui est nécessaire, varie de 4, 5 à 14 pour 100, suivant la richesse naturelle de l'asphalte employé. On emploie pour cette opération des chaudières cylindriques en tôle, dans lesquelles on commence par fondre le bitume ; on ajoute ensuite peu à peu la poudre d'asphalte et on brasse constamment le mélange au moyen de palettes montées sur un arbre horizontal, et mis en mouvement par la machine. L'agitateur est disposé de manière à imprimer à la matière un mouvement de torsion, et à empêcher qu'elle ne reste trop longtemps en contact avec la surface de chauffe. Ces chaudières, pour la préparation du mastic, sont d'ailleurs à peu près les mêmes que celles employées par la Société du Val-de-Travers (p. 360). Il y a 3 chaudières dans l'usine qui produisent, moyennant 13 tonnes de mastic bitumineux par 24 heures. La durée de chaque cuite est de 6 à 7 heures. Le mastic bitumineux préparé comme il vient d'être dit, est coulé en pains qu'on transporte sur le lieu des travaux. On le concasse alors pour le refondre avec du bitume et avec du gravier desséché. Pour les dallages habituels de trottoirs on ajoute 4 pour 100 de bitume, et 50 pour 100 de gravier ; mais ces proportions varient suivant la destination des dallages.

Quelquefois, pour obtenir une pâte plus liante, on fabrique directement le mastic sur les lieux, au moyen de la poudre d'asphalte, et en opérant d'après la méthode indiquée par M. de Coulaine.

—MM. Baudoin avaient exposé une système de fondation imperméable de parquets, avec lambourdes encastrées dans une nappe continue de bitume. La disposition qu'ils ont adoptée préserve les parquets de l'humidité du sol en même temps qu'elle leur conserve leur élasticité. Le prix de ce système de fondations pour parquets est de $3^{f},60$ par mètre carré.

—L'usine de MM. Baudoin est surtout renommée pour ses mosaïques en bitume. Cette partie de la fabrication est plus spécialement sous la direction de M. Grezet, qui a introduit de grands perfectionnements dans cette branche d'industrie. Dans la mosaïque en bitume la couleur noire du mastic qui réunit tous les fragments produit un effet désagréable qu'on a depuis longtemps chercher à éviter. On y est parvenu en substituant au bitume de la résine ainsi que des corps gras d'une couleur clair, et en les mélangeant avec diverses matières. Le silex réduit en poudre fine et à l'état de farine, peut notamment être employé avec avantage.

— Enfin, dans ces dernières années, MM. Baudoin ont été chargés de différents travaux par l'Administration des lignes télégraphiques. Le bitume possède, en effet, le double avantage de ne pas conduire l'électricité et de préserver de toute humidité les corps qu'il enduit; il était donc naturel d'y avoir recours pour l'isolement et la conservation des fils télégraphiques. La disposition suivante est celle qui a été adoptée par l'administration pour la conduite souterraine qui réunit le ministère de l'intérieur aux Tuileries, ainsi qu'aux préfectures de police et de la Seine. Les fils métalliques sont nus et placés sur 2 étages. L'espacement de leurs axes est de $0^{m},027$ ; ils sont enveloppés par un poudingue de bitume. Pour que l'espacement des fils se maintienne bien régulièrement au moment où on coule le bitume, on se sert de diaphragmes en fonte à volets

mobiles. Ces diaphragmes sont espacés de $0^m,25$; ils permettent de remplir successivement entre les fils les intervalles pairs et impairs. Le prix du mètre pour une conduite de 10 fils, ainsi établie, est de $7^f$ 90 sans la fouille. Le prix de revient est donc de $0^f$ 79 par mètre et par fil.

Récemment, MM. Baudoin ont proposé un système un peu différent, qui simplifie beaucoup la préparation ainsi que la pose des fils, en sorte que le prix peut être réduit à $0^f$ 40. Dans ce dernier système on commence par recouvrir à l'usine chacun des fils d'une couche mince de bitume, en l'étirant dans une chaudière dont les parois sont percées d'un trou suffisant pour son passage. Ce fil passe ensuite à travers une lanterne montée sur 2 axes creux et portant des lissoirs ainsi que des bobines en forme de poulies à gorges profondes. La première bobine est chargée de bandelettes de taffetas gommé; la deuxième de ruban imprégné de bitume; la troisième d'une bandelette imperméable, dont l'apprêt est sec, en sorte qu'elle ne s'attache pas aux doigts. Au moment où le fil sort de la chaudière, le lissoir régularise l'épaisseur de l'enduit de bitume. Sur cet enduit encore chaud, la première bobine enroule immédiatement une spire de taffetas gommé; la deuxième bobine dépose par dessus une seconde enveloppe de ruban bituminé qui se colle avec la première, à cause de la chaleur que conserve encore le fil. La troisième bobine recouvre enfin le tout par une bandelette à tissu imperméable et sec.

Quand les fils métalliques sont ainsi préparés, on les assemble par faisceaux et on les porte sur le lieu du travail. On les place entre 2 règles dans la tranchée et on coule par-dessus un mastic bitumineux.

M. H. Aubert (n° 4457).

*Lave fusible.* — On désigne sous le nom de *lave fusible* un mastic bitumineux qui se prépare avec des bitumes artificiels convenablement épurés. Cette fabrication s'opère à Clichy, dans une usine qui est dirigée avec beaucoup d'intelligence par M. Jaloureau.

La compagnie de la Lave fusible exploite et traite aussi les minerais de *bitume de Saint Aubin* (Suisse) et de *Pont-du-Château* (Puy-de-Dôme).

On a essayé depuis long-temps de se servir des goudrons de gaz pour faire des mastics bitumineux; mais les premiers résultats obtenus laissaient tellement à désirer, que plusieurs administrations publiques proscrivirent complétement l'usage de ces goudrons dans les travaux en bitume. Dans ces dernières années, la compagnie de la Lave fusible a cherché à utiliser les goudrons de gaz, et elle est parvenue à leur donner certaines qualités qui les rapprochent des bitumes naturels. Les procédés qu'elle emploie sont l'évaporation et la distillation dans des appareils clos dont on élève la température à l'aide de la vapeur humide ou surchauffée. De même que ceux de la société du Val-de-Travers, ces procédés permettent de recueillir toutes les huiles essentielles qui ont un prix très-élevé, et qui étaient perdues dans les méthodes pratiquées antérieurement pour épurer les bitumes naturels ou artificiels. On améliore d'ailleurs les bitumes artificiels en y introduisant du caoutchouc ou de la gutta-percha en dissolution dans de l'huile bitumineuse.

Les principaux produits de la distillation et du traitement des matières bitumineuses, sont le sulfate d'ammoniaque, la benzine, la naphtaline, le noir de fumée; ils sont tous recueillis et utilisés, et chaque jour ils trouvent de nouvelles applications dans les arts.

Pour former la *lave fusible*, le brai, convenablement épuré, est mélangé à 3 fois son poids de matière terreuse, notamment à de la craie de Meudon, qui est préalablement desséchée et complétement débarrassée de l'eau qu'elle renferme. Le mastic qu'on obtient ainsi, résiste bien à la chaleur de l'été et à la gelée de l'hiver. Il est imperméable à l'eau, inattaquable à l'air et aux agents chimiques; il ne présente donc plus les graves inconvénients qui ont été justement reprochés aux premiers bitumes artificiels essayés à Paris.

De même que les autres produits asphaltiques et bitumineux, la *lave fusible* est employée au dallage des trottoirs, des terrasses, des vestibules. Comme elle ne se laisse pas pénétrer par l'humidité, elle sert aussi aux travaux d'assainissement, notamment pour les caves et les lieux humides. Elle s'emploie surtout avec avantage à la construction des réservoirs, des citernes, des bassins destinés à recevoir de l'eau ou des acides. On en a fait l'application sur une grande échelle au bois de Boulogne, car le fond des lacs a été enduit avec de la lave fusible.

Les prix du mètre carré sont indiqués par le tableau suivant :

| | |
|---|---|
| Crépis bruts pour assainir les murs de cave ou de rez-de-chaussée. . . . . | 3 fr. |
| Trottoirs, terrasses, aires de magasin, fonds de bassins de 15 millimètres d'épaisseur. . . . . | 4 |
| Enduit dressé sur murs, de 1 centimètre d'épaisseur, à deux couches, avec surface inclinée ou verticale, pour bassins et citernes. . . . . | 6 |
| Chaussées de portes cochères quadrillées, de 50 millimètres d'épaisseur. . . . . | 9 |

On fait aussi avec la lave fusible des mosaïques dont le prix varie de 10 à 50 francs le mètre carré. Les couleurs s'obtiennent par un mélange en différentes proportions du brai avec les huiles bitumineuses fixes, saturées de gutta-percha et de caoutchouc. Elles s'obtiennent également par des oxydes métalliques et par des doubles décompositions de sels.

L'usage de la lave fusible est très-répandu dans Paris et surtout dans plusieurs communes de la banlieue. Elle a été employée au revêtement des canaux en Hollande. Elle a servi à faire les citernes contenant les eaux minérales de Vichy, à la source de la grande grille. Bien que l'eau soit à une température de 42 degrés et que la lave fusible ait en outre à supporter la pression des eaux souterraines, les

citernes sont restées complétement imperméables, comme le constate un certificat de M. l'ingénieur François.

De grands travaux en lave fusible ont été exécutés dans les gares de nos principaux chemins de fer, à l'hôtel des Invalides et dans le Palais même de l'Industrie; l'expérience montre que c'est un produit utile, qui contribue à l'assainissement des habitations humides et qui peut être employé avec avantage pour les bassins, les trottoirs, ainsi que les dallages en mosaïques.

M. A. Ledru (n° 4304).

M. Ledru, architecte à Clermont-Ferrand, exploite cinq gisements de *bitume* qui se trouvent *aux Roys*, au *Puy-de-la-Bourrière*, à *Chamaillère*, *Lusset* et *Malintrat*. Aux Roys et à la Bourrière, la roche bitumineuse est un calcaire; dans les autres gisements, c'est un sable ou un grès quartzeux très-mou, qui est cimenté par du bitume.

Le bitume de l'Auvergne a depuis longtemps été employé pour les dallages exécutés à chaud, et il donne de bons résultats. Le mastic qui sert à faire ces dallages, s'obtient d'ailleurs en mélangeant du bitume pur avec les roches bitumineuses pulvérisées; le prix du mètre superficiel dallé avec ce mastic est de 3$^{f}$,50 à Clermont.

En 1851, M. Ledru a essayé d'exécuter à froid des chaussées empierrées bitumineuses. D'après les prescriptions de MM. Darcy et de Coulaine, la roche bitumineuse a été agglomérée, puis recouverte par une couche imperméable, destinée à la protéger contre l'humidité. La première couche était composée de fragments de calcaire bitumineux ayant 3 centimètres, dont les joints ont été garnis de grès bitumineux. Ces fragments ont été pilonnés et arrosés de 1 pour 100 d'huile siccative. La dernière couche, au lieu d'être formée de mastic, consistait en petits fragments de grès bitumineux, ayant 1 centimètre de côté, qui ont été arrosés de 2 pour 100 d'huile non siccative, puis soudés ensemble par le pilonnage. Des procès-verbaux de MM. les ingénieurs des ponts et chaussées Vimal-Dupuy, Monestier, Welter,

Pognon, constatent que les essais ont bien réussi et que cette chaussée empierrée bitumineuse résiste bien aux froids de l'hiver ainsi qu'aux chaleurs de l'été.

L'exposition de M. Ledru nous montrait en outre des pavés portatifs destinés à l'exécution des chaussées bitumineuses. Ces pavés ont 50 centimètres de côté; ils sont fabriqués dans des moules dans lesquels on met du grès bitumineux, qui est amené par une chaleur douce à l'état de pâte très-malléable et soumis ensuite à une forte pression. Pour faire une chaussée bitumineuse, on rejointoie ces pavés en remplissant leurs interstices avec du grès fondu, ou bien en enduisant leurs faces de joint avec de l'huile chargée de bitume[1]. Le prix des pavés mis en place serait de 4f,50 le mètre superficiel.

M. Ledru a donné une impulsion nouvelle à l'exploitation des mines de bitume de l'Auvergne. Il a employé ce bitume non-seulement pour dallages, mais encore pour les chaussées empierrées, ce qui n'avait pas encore été essayé avec les roches bitumineuses de l'Auvergne. Les efforts de M. Ledru méritent donc d'être encouragés, et le Jury lui a décerné une médaille de 2e classe.

M. L.-F. Ledoux (n° 4308).

*Minerai de Bastennes.* — M. Ledoux exploite la mine de bitume de Bastennes, dans les Landes. Ses ouvriers sont employés à la mine et à l'usine; leur nombre varie de 50 à 200, selon l'importance de la fabrication. La production annuelle du bitume s'est élevée jusqu'à 12,000 quintaux métriques. Le prix du quintal est de 40 fr., rendu à Paris; il était de 55 fr. en 1839[2]; il a donc diminué de 15 fr., par suite de l'établissement du chemin de fer de Paris à Bordeaux.

Le minerai de bitume de Bastennes est une mollasse

[1] Observations sur un spécimen de chaussée bitumineuse, par M. *Auber*, agent-voyer en chef du département du Puy-de-Dôme.

[2] Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française en 1839, t. I, p. 523.

sableuse et argileuse, qui renferme souvent des fossiles. On y observe aussi de petits cristaux de gypse, de sulfate de fer et d'alun, qu'on peut en séparer facilement par un lavage à l'eau bouillante. La distillation sèche d'un échantillon de ce minerai a donné à M. Armand :

| | |
|---|---|
| Pétrole. . . . . | 1,31 |
| Eau. . . . . | 2,11 |
| Bitume. . . . . | 7,89 |
| Gangue formant le résidu fixe. | 88,16 |

Le bitume de Bastennes est d'excellente qualité, et il serait à désirer qu'on trouvât d'autres gisements que ceux explorés jusqu'à présent, qui sont en partie épuisés. M. Ledoux qui exploite ce bitume, a obtenu des médailles de bronze aux expositions de 1839 et de 1844.

M. J.-A. Le Bel (n° 219).

M. Le Bel exploite les mines de *bitume de Pechelbronn*, dans le Bas-Rhin. Il occupe 50 ouvriers dans les mines ; 8 chevaux sont en outre employés à l'extraction de l'eau et du minerai. Il traite le minerai de bitume dans des chaudières en fonte pour obtenir le bitume fluide et raffiné. Il recueille l'huile de naphte en distillant le bitume dans un alambic. Sa fabrication annuelle représente une valeur de 60,000 francs.

M. Le Bel a obtenu une mention honorable à l'Exposition de 1823 et une médaille à l'Exposition de 1827.

M. L. Machabée (n° 10150).

*Mastic Machabée.* — M. Machabée présentait un mastic bitumineux imperméable, dont la composition en poids et le prix de revient sont donnés par le tableau suivant :

| Matières formant le mastic. | Prix du quintal de chaque matière. | Composition du mastic. | Prix de revient du quintal de mastic. |
|---|---|---|---|
| Poix grasse de Bordeaux. . . . . | 35f | 60 | 21f,00 |
| Gallipot. . . . . | 40 | 2 | 0,80 |
| Bitume de Bastennes. . . . . | 40 | 19 | 7,60 |
| Cire vierge . . . . . | 400 | 4 | 16,00 |
| Suif de Russie. . . . . | 180 | 3 | 5,40 |
| Chaux hydraulique fusée à l'air. . . . . | 5 | 6 | 0,30 |
| Ciment romain . . . . . | 5 | 6 | 0,30 |
| | | 100 | 51f,40 |

Ce mastic est destiné à préserver toute espèce d'objets des effets de l'humidité, et par conséquent ses applications sont très-nombreuses. On pourrait, par exemple, l'employer aux usages qui suivent :

1° Application sur les plâtres, sur les murs anciens et nouveaux, sur toutes les parties humides;

2° Conservation des traverses de chemins de fer, des divers ouvrages en charpente, de la menuiserie, et en général de tous les bois exposés à l'humidité;

3° Conservation des bois destinés à séjourner dans la mer, et protection contre les perforations du taret;

4° Préservation de la rouille pour le fer, la fonte, la tôle, notamment pour la tôle des réservoirs;

5° Substitution au plomb pour sceller les grilles, les anneaux, les tuyaux en fonte, et en général pour tous les cas où le plomb est employé à faire des joints.

Le prix de vente de ce mastic est de 120 fr. le quintal. Appliqué sur des murs unis, il coûte 2 fr. le mètre carré; sur des murs à surfaces courbes ou à moulures, son prix est de 2 fr. 50.

La quantité de mastic nécessaire pour enduire 4 mètres carrés de maçonnerie, est de 1 kilogramme. Pour 1 mètre de bois, il faut environ $0^k,6$; pour la fonte, le fer, il suffit de $0^k,5$. Les prix proposés pour les conduites d'eau et de gaz

seraient inférieurs à ceux qui ont été acceptés dans ces derniers temps par la ville de Paris.

Des expériences en grand ont été faites sur le mastic Machabée par plusieurs ingénieurs et architectes. Citons notamment les ingénieurs de la ville de Paris, MM. Dupuit et Homberg, qui l'ont employé avec avantage à Chaillot, pour assembler et pour préserver de l'oxydation les tuyaux en fonte servant à la conduite des eaux.

Au port de Toulon, une commission formée de M. le capitaine de vaisseau Gerieu, de MM. les ingénieurs Montely et Janvier, a fait des expériences sur des murs, sur des bois, sur des fers immergés dans le port, ainsi que sur la carène et l'hélice de la corvette à vapeur le Caton. Après huit mois de navigation, cette corvette avait complétement conservé son enduit; dans le port, les bois avaient été préservés des tarets, les fers n'avaient pas été oxydés. La commission maritime a conclu de ces expériences, que le mastic Machabée pouvait être utilement employé dans la marine.

D'autres expériences satisfaisantes ont encore été faites sur une grande échelle par M. Visconti et par M. l'ingénieur en chef de Montricher.

Les échantillons de bois, de fer, de fonte, enduits de mastic qui ont été présentés à l'Exposition, avaient été enfouis ou immergés pendant plusieurs années et ils avaient d'ailleurs bien résisté à l'action de l'humidité.

La sanction d'une longue expérience est toujours nécessaire aux innovations les plus utiles dans l'art des constructions; nous ne devons donc pas nous étonner que le mastic Machabée, dont l'invention remonte à 12 ans, n'ait été employé que dans un petit nombre de travaux. Après plus de 15 années d'expérience, nous voyons en effet les procédés si ingénieux proposés par M. Boucherie pour la conservation des bois, commencer seulement à se répandre dans l'industrie. Toutefois il est probable que ce composé bitumineux et ceux desquels nous allons encore parler

maintenant, pourront rendre de bons services dans tous les genres de constructions.

MM. Charton et Hund (n° 4267).

*Bitume de Judée.* — MM. Charton et Hund fabriquent un bitume qui est connu dans le commerce sous le nom de *bitume de Judée.* Ce bitume est liquide ; il s'applique en enduits avec le pinceau ; il ne répand pas d'odeur ; il sèche très-rapidement. Il ne se laisse pas attaquer par le salpêtre, comme cela a lieu quelquefois pour les goudrons de gaz qu'on emploie contre l'humidité.

Voici quelle est sa composition et son prix de revient pour 1 quintal :

| Matières formant le bitume. | Prix du quintal de chaque matière. | Composition du bitume. | Prix de revient du quintal de bitume. |
|---|---|---|---|
| Bitume dit de Judée. . . . . | 210f | 25 | 52f,50 |
| Bitume de Bastennes. . . . . | 40 | 20 | 8 ,00 |
| Asphalte de Seyssel . . . . . | 18 | 25 | 4 ,50 |
| Cire vierge . . . . . | 400 | 1 | 4 ,00 |
| Coke réduit en poudre impalpable. . . . . | 16 | 29 | 4 ,64 |
| | | 100 | 73f,64 |

Le prix de 73f,64 représente seulement celui des matières premières : comme les frais généraux et de fabrication s'élèvent en outre à 7 fr., le prix de revient réel est de 80f,64.

Le prix de vente est d'ailleurs de. . . . . 100 fr.

Le *bitume de Judée* diffère du mastic Machabée en ce qu'on n'y introduit pas de matière grasse ou résineuse. Il ne renferme pas non plus de ciment ni de chaux caustique. Les matières destinées à le rendre moins fluide sont le coke et le carbonate de chaux de l'asphalte.

Ce bitume peut être employé à peu près aux mêmes usages que le mastic Machabée ; il adhère sur les murs, le plâtre, le bois, les métaux, et même sur le verre. Il permet de combattre les effets de l'humidité et d'assainir les habita-

tions. Il sert notamment à recouvrir les plâtres, les murs et toutes les parois humides; à conserver le tain des glaces; à préserver les bois de la décomposition sèche ou humide, ainsi que de l'action destructive des termites et des tarets.

Il faut 2 kilogrammes de *bitume de Judée* pour enduire 1 mètre carré de constructions; il reste à ajouter à ce prix celui de la main-d'œuvre, qui est à peu près de 2ᶠ,50. Les certificats de plusieurs architectes de Blois donnent des renseignements très-favorables sur le *bitume de Judée*, et ils attestent notamment qu'il peut être employé avec beaucoup de succès pour combattre l'humidité dans les constructions.

Mᵐᵉ A. Audoin (nº 3975).

*Glu marine.* — Mᵐᵉ Audoin a exposé plusieurs variétés du composé bitumineux qu'on désigne sous le nom de *glu marine*. La glu marine liquide est formée d'huile de goudron, de brai et d'oxyde de zinc. Lorsqu'elle est noire, son prix est de 50 centimes le kilogramme, et elle sert surtout à enduire les murs: lorsqu'elle est blonde, son prix est de 10ᶠ,70; elle est ordinairement réservée pour les bois, auxquels elle conserve leur couleur. Il faut environ 1 kilog. de ce produit pour recouvrir de deux couches un mètre superficiel.

Une autre variété de glu marine sert à coller à froid; elle est composée d'huile de goudron, de gomme laque et de caoutchouc.

Les usages de la glu marine sont à peu près ceux des enduits bitumineux desquels nous venons de parler en dernier lieu. Comme eux, elle sert à garantir de l'humidité les murs construits en plâtre ou en pierre; elle peut même être immédiatement appliquée sur le plâtre encore humide, et recevoir ensuite une peinture ou un papier sans qu'il y ait altération dans les couleurs.

Elle s'applique très-bien sur le fer ou sur le bois, et elle

les préserve de la destruction, soit dans l'air, soit dans l'eau. Le service de l'Inspection des carrières sous Paris, emploie pour tous les travaux souterrains, des bois qui sont imprégnés de glu marine; ils se conservent beaucoup mieux que les bois ordinaires, qui sont impropres à tout usage au bout de quelques années. La glu marine peut donc servir à préserver les bois de la carie qui les détruit si rapidement dans les carrières, dans les mines et dans les travaux souterrains.

La glu marine est encore employée avantageusement pour imprégner les câbles de mines et les courroies de chanvre qui servent à transmettre le mouvement dans les machines. Dans ces derniers temps, elle a servi à enduire du calicot, qui est ensuite saupoudré de sable et monté sur des châssis en bois : ces châssis s'assemblent de manière à former de petites constructions qui sont imperméables, très-légères, très-mobiles et très-économiques. Les constructions en calicot enduit de glu marine sont employées pour des bergeries, et dans les pays pauvres ou privés de matériaux de construction, elles rendront de grands services à l'agriculture. Elles pourraient aussi servir de baraquements pour l'armée.

On a proposé récemment de préserver les arbres des ravages que leur causent les rongeurs, en répandant avec un pinceau des gouttes de glu marine sur le tronc et sur les branches de ces arbres.

La glu marine a déjà subi avec succès l'épreuve de divers travaux importants; on s'en est servi notamment pour les ponts et les portes d'écluses du canal de Briare, pour le pont de Savoyeux, pour l'estacade de l'île Louviers. Plus récemment, elle a été employée pour combattre l'humidité dans le grand hôtel de la rue de Rivoli.

Enfin en 1845, une commission présidée par M. Briet, capitaine de vaisseau, a fait dans le port de Toulon des expériences sur la glu marine; son rapport constate que, pour un grand nombre d'usages, la glu marine est préférable au

goudron et au minium, et qu'elle pourrait être utilement employée dans les constructions navales.

MM. Dufour et Cie (n° 4277). — M. Dufour fabrique, à Pont-Fouchard, près Saumur, des carrelages avec incrustations d'asphalte formant mosaïque.

L'asphalte qu'il emploie provient de Pyrimont-Seyssel et de Bastennes. Les carrelages sont faits, soit avec de la pierre de Tonnerre, soit avec des terres cuites sur lesquelles on incruste les dessins avant la cuisson et à l'aide d'un emporte-pièce.

### EMPIRE D'AUTRICHE.

M. le baron de Rothschild (n° 591). — M. le baron de Rothchild a établi depuis 1842 une fabrication d'asphalte à Venise, dans l'île de la Giudecca.

Nous avons déjà parlé de son usine lorsque nous nous sommes occupé des ciments. Elle est dirigée par M. Schulze, et elle occupe 40 ouvriers, indépendamment de 40 qui exploitent le minerai d'asphalte dans les mines de la Dalmatie. Ces ouvriers reçoivent de 2 fr. à 4 fr.

Le minerai est transporté par mer, au moyen de 2 petits navires de cabotage (trabaccoli). Une machine à vapeur de 24 chevaux donne le mouvement à des meules, à des pilons et à des tamis.

L'asphalte de la Dalmatie s'exploite dans des couches calcaires qui paraissent appartenir au terrain crétacé ou peut-être même au terrain eocène : on le retrouve jusque dans l'Istrie[1]. Les minerais qui alimentent spécialement l'usine de la Giudecca, proviennent de l'île de Brazza, de Porto-Mandoler et de Vergoraz.

*Minerai de Vergoraz.*—Le minerai de Vergoraz est le plus remarquable. Il a une couleur noirâtre, et on y observe de petites veines de bitume. Il est compacte, sans structure

[1] *Ch. Fr. de Hauer* et *Fr. Foeterle;* Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne.

cristalline visible. Sa densité très-faible est seulement de 1,697; elle indique un minerai riche.

La benzine le décolore complétement, et laisse une poudre calcaire, de couleur jaune brunâtre. Il fait une effervescence très-lente dans l'acide, et lorsqu'il a été préalablement calciné, il donne une odeur d'hydrogène sulfuré. Il ne renferme guère que 2 centièmes d'argile. L'essai d'un échantillon a donné :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 26 |
| Carbonate et un peu d'argile. . . | 74 |

D'autres échantillons donnent plus de 27 pour 100 de bitume.

Ce minerai contient beaucoup de bitume, et de plus il est calcaire ; il est donc très-propre à la fabrication des mastics bitumineux.

*Minerai de Porto-Mandoler.* — Le minerai de Porto-Mandoler est un calcaire cristallin. Il est brunâtre, mais lorsqu'il est pulvérisé il prend une couleur brun clair ; il ne s'agglutine pas sous le pilon, comme cela a lieu généralement pour les minerais calcaires, même lorsqu'ils sont pauvres. Il se décolore très-promptement par la benzine ; cependant il y a quelques parcelles charbonneuses qui résistent complétement à son action. Le résidu est un calcaire jaunâtre dans lequel on distingue de petits rhomboèdres nacrés, qui paraissent être de la dolomie. Il se dissout dans l'acide en laissant seulement 1/2 pour 100 d'argile.

Composition :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 5 |
| Calcaire. . . . . | 95 |

Bien que le minerai de Porto-Mandoler soit pauvre, il est calcaire et il peut être utilement employé comme asphalte.

*Minerai de l'île Brazza.* — Le minerai de l'île Brazza est noir lorsqu'il est en masse et brun lorsqu'il est pulvérisé. De même que le minerai de Porto-Mandoler, avant de l'é-

craser sous des meules, on commence par le concasser en fragments en le plaçant sous des pilons mis en mouvement par la machine à vapeur. Il se décolore assez facilement par la benzine. Calciné en vase clos, et au rouge naissant, il perd 9 pour 100 de matières bitumineuses.

Sa gangue est une dolomie blanc grisâtre, en petits rhomboèdres nacrés; aussi est-il rude au toucher comme un grès. Il fait une vive effervescence dans l'acide et le bitume vient nager à la surface. Quand on dissout ensuite ce bitume par la benzine, il laisse seulement pour résidu quelques millièmes d'argile et de silice floconneuse.

Composition :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 10 |
| Dolomie. . . . . | 90 |

*Minerai de Promina.* — Le minerai de Promina diffère complétement des précédents en ce qu'il ne contient presque pas de bitume soluble dans la benzine. Il a une couleur brun noirâtre, et on y distingue des veines noires parallèles à la stratification. Il est très-compacte et difficile à briser avec le marteau. Il fait une vive effervescence dans l'acide, et sa gangue est essentiellement calcaire; aussi l'examen à la loupe y montre-t-il des lamelles d'un calcaire cristallin et grenu. Le résidu de l'attaque par l'acide est une espèce de lignite brun noirâtre; cette matière colore très-légèrement la benzine en brun. Quand on la chauffe elle fond et brûle très-facilement : elle dégage d'ailleurs d'abondantes fumées charbonneuses et acides, qui sont accompagnées de vapeurs sulfureuses. Lorsque son grillage est complet, il reste une argile grise et pulvérulente. Calciné dans une cornue, le minerai de Promina donne d'abondantes fumées brun jaunâtres et des taches blanches, laiteuses, qui sont dues à un peu de soufre.

Composition :

| | | |
|---|---|---|
| Lignite | Carbone fixe. . . . . | 3,5 |
| | Matières volatiles. . . . . | 28,5 |
| Calcaire cristallin. . . . . | | 59,0 |
| Argile . . . . . | | 9,0 |

Le minerai de Promina ne contient presque pas de bitume soluble dans la benzine; cependant, comme il renferme une matière ligniteuse facilement fusible, on comprend qu'il puisse encore être facilement employé dans la fabrication des mastics bitumineux.

—Indépendamment des minerais desquels nous venons de parler, il y avait des échantillons du bitume qu'on en retire et du mastic qui est habituellement employé à Venise.

Le bitume était de bonne qualité : on peut admettre que son point de fusion est à 90°, mais il est encore mou à la température de 15°.

Le mastic a son point de fusion vers 180°, comme l'exigent habituellement nos cahiers des charges.

On le mélange en proportion convenable avec du bitume et avec du sable; il sert alors à daller les trottoirs, les cours ainsi que les chaussées sur lesquelles passent les voitures. On l'emploie aussi contre l'humidité, dans les terrasses, dans les caves et en général pour toute espèce de chapes. Pour les voûtes, on se sert d'un mastic bitumineux particulier, qui reste plastique jusqu'à la température de 5° au-dessous de 0°, et qui peut suivre sans se fendiller tous les petits mouvements d'affaissement qui s'y produisent. Les casemates de Vérone ont été enduites de ce mastic plastique, qui ne présente pas de fissures, qui résiste bien à tous les agents atmosphériques, et qui préserve complétement les voûtes de l'humidité.

La production annuelle de l'usine de la Giudecca est de 15,000 quintaux métriques d'asphalte.

### ESPAGNE.

L'Espagne possède quelques gisements de bitume, mais il n'y a guère que celui de Soria qui soit exploité.

Le minerai de Soria se trouve à l'ouest de cette ville, au pied de la Sierra de Picofrenti. Il est formé de grès bitumineux qui, d'après M. de Verneuil, appartiennent à la

partie inférieure de la craie chloritée. Ces grès sont recouverts par un étage calcaire appartenant à la craie tufau. Ils renferment quelquefois des lignites qui sont même exploités à Utrillas, en Aragon. A Soria, comme dans d'autres gisements, les bitumes paraissent donc associés à des lignites, et on comprend d'ailleurs qu'ils pourraient en dériver.

Société Cap Blanco (n° 94).

La société Cap Blanco avait exposé du *bitume natif* provenant de la mine la Perla, près de Soria.

*Minerai de Maceda*.—Il y avait aussi à l'Exposition espagnole un grès bitumineux de la mine Maceda en Fuentetoba, près de Soria. Deux essais faits avec M. Brivet à l'École des ponts et chaussées, ont donné pour sa composition moyenne :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 10 |
| Sable quartzeux. . . . . | 90 |

Le résidu est un sable blanc qui est essentiellement formé de quartz hyalin, mélangé à des grains de feldspath orthose de couleur rose et à du mica blanc d'argent. Traité par l'acide chlorhydrique, ce résidu s'attaque légèrement et perd environ 4 0/0 de son poids.

Le bitume qui forme le ciment du grès bitumineux de Maceda devient complétement fluide à la température de 30° et suinte à travers les échantillons. Il se dissout intégralement et avec la plus grande facilité dans la benzine; il est ductile et de bonne qualité.

L'inspecteur des mines de Saragosse (n° 383) [1].

*Minerai de Precipitada*. — L'inspecteur des mines de Saragosse a exposé un minerai bitumineux de Precipitada, dans la commune de Torrelapaja.

Ce minerai est un grès de couleur brun noirâtre, devenant jaune par l'altération de l'air. Il est sec et il s'égrène facilement. Par calcination en vase clos, il éprouve une perte de 12 pour 100; le résidu est noir et pulvérulent. Traité

[1] Ce numéro est celui du catalogue espagnol des substances minérales.

par la benzine, il se désagrége immédiatement et son bitume se dissout; cependant une petite quantité de matière charbonneuse, noir brunâtre, résiste constamment à l'action de la benzine.

Composition :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 7 |
| Argile et matière charbonneuse. | 7 |
| Sable quartzeux. . . . . | 86 |

Le grès bitumineux de Precipitada est essentiellement formé par un sable quartzeux; il contient aussi quelques paillettes de mica blanc argenté et de l'argile, à laquelle la matière charbonneuse reste mélangée. Bien qu'il soit peu riche, il pourrait être exploité comme minerai de bitume.

### PORTUGAL.

Le Portugal présentait des produits bitumineux et quelques minerais de bitume provenant d'Alcobanca et de Coïmbre.

M. T. Le Cesne (n° 28).

*Minerais d'Alcobanca.* — Les *minerais d'Alcobanca*, province de Leiria, étaient exposés par M. Le Cesne. Il y en avait deux variétés : l'un était un calcaire, l'autre un grès bitumineux.

*Calcaire bitumineux.* — Le calcaire bitumineux d'Alcobanca est brun clair. Quand on le chauffe il répand une odeur désagréable. Calciné en vase clos, il donne un résidu noir qui dégage un peu d'hydrogène sulfuré lorsqu'on le traite par un acide. Il se décolore complétement par la benzine. Il est d'ailleurs terreux et se désagrége facilement. Il est un peu rude au toucher et fait dans les acides une effervescence lente comme la dolomie; la proportion de calcaire est de 70 pour 100. Quand on a séparé le calcaire par un acide, il reste un résidu argileux. Ce minerai d'Alcobanca est calcaire et par conséquent de bonnne qualité, mais il renferme seulement quelques centièmes de bitume.

*Grès bitumineux.* — Le grès bitumineux d'Alcobanca est un sable quartzeux à gros grain, cimenté par du bitume. Il ne fait pas effervescence quand on le traite par un acide. Son odeur est la même que pour le minerai calcaire. Il se désagrége très-facilement. La benzine le décolore complétement et laisse un sable blanc. La proportion de bitume de ce minerai est à peu près de 7 pour 100.

MM. Ferreira-Pinto et Basto (n° 20).

*Minerai de Coïmbre.* — Le *minerai* de bitume *de Coïmbre* avait été exposé par MM. Ferreira-Pinto et Basto. Il est extrêmement pauvre, car il ne s'enflamme pas par la chaleur : ce n'est, à proprement parler, qu'un calcaire argileux coloré en brun par du bitume. Ce calcaire fait une effervescence lente comme la dolomie; il laisse dans l'acide un résidu d'argile sableuse qui pèse 20 pour 100.

## HOLLANDE.

M. C. Soetens (n° 132).

*Composé asphaltique.* — M. C. Sœtens, de la Haye, fabrique un *composé* dit *asphaltique*, qu'il emploie au moulage de différents objets. Ce composé renferme du goudron de gaz, de la stéarine, de la résine, du coke pulvérisé : on y introduit en outre des matières terreuses telles que du sable, de la chaux, des cendres et même un peu de verre pilé. On y met du verre notamment, lorsqu'on veut avoir une surface rugueuse.

Le point de fusion est à 125 degrés. A 50 degrés le composé asphaltique est encore assez mou pour recevoir l'empreinte des doigts. Les proportions dans lesquelles les matières premières sont mélangées varient avec l'objet qu'il s'agit de couler. En traitant successivement un échantillon de ce produit par la soude caustique, par l'alcool, puis par la benzine, nous avons obtenu un résidu noir, terreux et charbonneux, pesant 80 pour 100.

Le composé asphaltique est fragile, et il présente une cassure terne et granuleuse. Il est généralement noir, mais on peut aussi lui donner une couleur brune ou marron. Il est bien compacte et il rend avec exactitude tous les détails du moule. Aussi peut-on l'employer à mouler divers objets d'art tels que de petites boîtes, des encriers, des socles de pendule et même des médaillons ou des bas-reliefs. Nous avons remarqué spécialement un médaillon brun entouré d'un cadre noir, qui était d'un très-bel effet.

Comme la lave fusible, le composé asphaltique de M. Sœtens peut être employé à couler de toutes pièces des objets de grandes dimensions qui, dans les constructions, sont exécutés en pierre ou en ciment. On s'en servira, par exemple, pour des bassins, des auges, des crèches, des puisards, des pierres à laver, et même pour des seuils de portes et de fenêtres, ainsi que pour des marches d'escalier.

Les objets fabriqués avec le composé asphaltique de M. C. Sœtens reviennent à un prix assez bas; car les matières premières employées sont peu chères et il n'y a guère d'autres frais de main-d'œuvre que le moulage : ces objets présenteraient donc sous ce rapport un certain avantage. Il reste à savoir cependant si leur durée et leur solidité seront aussi grandes que celles des matériaux qu'ils sont destinés à remplacer, et l'expérience seule pourra nous éclairer à cet égard.

## ÉGYPTE.

Suivant Hérodote, les anciens Égyptiens tiraient du bitume des lacs Sirbon et de Nitrie. Ils recueillaient aussi le bitume qui était déposé par des sources de pétrole se trouvant dans le Djebel-Ghareb, entre Beni-Zouef et la mer Rouge. Ces pétroles ne sont plus exploités maintenant, mais ils étaient cependant représentés à l'Exposition de l'Égypte.

*Bitume dit égyptien.* — Il existe dans le commerce un

bitume dont la provenance précise est inconnue et que l'on appelle égyptien, parce qu'il s'achète en Égypte.

Nous avons fait un essai de ce bitume : il est noir, à cassure éclatante et conchoïde ; sa densité est de 1,158. Calciné en vase clos, il se boursoufle beaucoup, et il donne un coke impur ayant l'éclat métallique. Il se dissout facilement dans la benzine ; cependant la liqueur laisse déposer assez promptement de la matière bitumineuse, et sa filtration est très-lente ; il y a d'ailleurs une partie charbonneuse qui est complétement insoluble et qui ne fond pas quand on la chauffe. Cette matière charbonneuse étant grillée, on a pour résidu une argile brune, très-sableuse, qui contient de petites paillettes de mica blanc argenté.

Composition :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 84 |
| Matière charbonneuse. . . . . | 3 |
| Argile. . . . . | 7 |
| Sable. . . . . | 6 |

Ce bitume a déjà été raffiné, et la proportion de matières terreuses qui lui est mélangée est peu considérable. L'élévation de son prix, qui est de 120 francs par quintal métrique, empêche qu'il se répande dans le commerce.

*Bitume de momie.* — Les Égyptiens ont quelquefois employé le bitume dans leurs constructions ; mais ils s'en servaient surtout pour conserver les momies. Nous avons fait quelques essais sur du bitume de momie que M. Jeanron a bien voulu mettre à notre disposition.

Le bitume de momie est noir lorsqu'il est en masse ; pulvérisé, il a une couleur brun-rouge, à tons très-chauds, qui le fait rechercher dans la peinture. Il répand généralement une odeur assez agréable. Il se ramollit complétement à une température voisine de 25 degrés. Quand on le chauffe, il éprouve un boursouflement énorme ; il dégage beaucoup d'eau et des vapeurs jaunes qui donnent une huile en se condensant. Il répand d'ailleurs une odeur piquante. L'alcool

en dissout une certaine partie et se colore en brun ; la benzine le dissout en se colorant en noir. Calciné dans un creuset de platine, il donne un coke impur très-boursouflé ; le grillage de ce coke produit une cendre terreuse, pulvérulente, d'une couleur blanche légèrement rougeâtre. La petite quantité de matière dont nous disposions n'a pas permis d'analyser cette cendre.

Composition :

| | |
|---|---|
| Matières volatiles. . . . . | 75 |
| Carbone fixe . . . . . | 3 |
| Cendres. . . . . | 22 |

Le bitume de momie est donc loin d'être pur ; il est associé à différentes substances, notamment à une résine, et plus d'un cinquième de son poids consiste en matières terreuses.

Ce bitume était introduit dans la tête, dans la poitrine et dans le ventre des momies dont l'embaumement paraît avoir été fait avec le plus de soin. Les Égyptiens modernes désignent ce bitume sous le nom de *moumia* ; aux environs de Memphis, ils le retirent des momies en y pratiquant des incisions, et, comme il est très-estimé pour la peinture, ils le vendent à un prix assez élevé.

## MEXIQUE.

Département de Vera-Crux (n° 76).

*Bitume d'Alvarado.*—Le département de la Vera-Crux avait envoyé un échantillon de bitume. M. Virlet d'Aoust, qui a fait un séjour de quelques années au Mexique, a constaté que ce bitume se recueille aux environs de la ville d'Alvarado, située sur la rivière de ce nom, à 12 lieues au sud-est de Vera-Cruz. Il est amené par des sources qui se répandent dans la rivière même, en sorte qu'il vient flotter à la surface de l'eau, qu'il trouble même jusqu'à une assez grande distance en mer. Il est vraisemblable que ces sources de

bitume sont en relation avec des phénomènes volcaniques, car le volcan de Tuxtla ou de Saint-Martin n'en est éloigné que de quelques lieues.

Le bitume d'Alvarado envoyé à l'Exposition avait une belle couleur noire, un éclat vitreux, une cassure conchoïde. Son odeur est celle du bitume pur ; sa densité est seulement de 1,081. Quand on le chauffe dans une cornue de verre, il dégage un peu d'eau et de soufre. Il se dissout complétement dans la benzine, et il donne seulement 2 pour 100 de résidu sableux. Nous appelons d'une manière spéciale l'attention sur ce bitume du Mexique, qui est très-pur et de bonne qualité.

### COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

Il existe au Canada plusieurs sources de pétrole et des gisements de bitume. Le pétrole ainsi que le bitume proviennent des schistes d'Utica, qui renferment des graphtolithes et qui appartiennent au terrain silurien inférieur. Ces schistes eux-mêmes sont quelquefois fortement imprégnés de pétrole et de bitume. Le pétrole se trouve, par exemple, à Mosa et sur la rivière Tranche, à la rivière Saint-Jean, au ruisseau Argenté[1].

*Bitume d'Enniskillen.* — A Enniskillen, il y a également des sources de pétrole, et par l'évaporation de l'huile de naphte, elles paraissent même avoir donné naissance à du bitume.

Ce bitume était présenté à l'Exposition ; nous allons donc en parler avec quelque détail. Il a été reconnu sur une surface de plusieurs arpents, et il forme trois couches qui, en certains endroits, ont une épaisseur de 65 centimètres.

Le bitume des pays méridionaux est généralement solide, car le naphte qui le dissout et le rend liquide, s'évapore facilement au contact de l'air. Mais il en est autrement dans

[1] *St.-Hunt*, Esquisse géologique du Canada, p. 48.

les pays septentrionaux : le bitume d'Enniskillen, notamment, est très-riche en naphte, en sorte qu'il tache les doigts et qu'il est entièrement mou et glutineux à la température ordinaire. Il en résulte aussi que sa densité est très-faible, et nous avons trouvé qu'elle est seulement de 1,006, c'est-à-dire à très-peu près égale à celle de l'eau.

Son point de fusion est à 83 degrés ; au-dessous de cette température il ne donne plus de fumée, mais il commence à devenir pâteux.

Lorsqu'on le chauffe, il entre promptement en ébullition ; il dégage du naphte, différentes huiles et de l'eau. Il répand aussi une odeur désagréable. Lorsqu'on élève davantage la température, on obtient des matières bitumineuses concrètes et de la paraffine. Calciné au rouge dans un creuset, il donne un coke léger et boursouflé qui est très-impur ; le poids de ce coke est à peu près de 11 pour 100.

L'alcool dissout certaines parties du bitume d'Enniskillen et se colore légèrement en brun. La benzine le dissout facilement ; elle laisse un résidu brunâtre ayant l'aspect du terreau et contenant des matières organiques ainsi que des débris végétaux. Quand on chauffe ce terreau au rouge sombre, il brûle avec flamme en répandant une odeur piquante comme celle des tourbes. Lorsque la combustion est terminée, il reste une substance argileuse, pulvérulente, qui ne fait pas effervescence avec les acides et qui provient sans doute des schistes contenant le bitume. Si on évapore la dissolution du bitume dans la benzine, on obtient un bitume épais et peu ductile, ressemblant à ceux qui proviennent de matières animales. Un essai fait avec M. Brivet au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, m'a donné pour la composition du bitume d'Enniskillen :

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 62,5 |
| Matières organiques et débris végétaux. . . . . | 24,8 |
| Argile et un peu de sable quartzeux. . . . . | 12,7 |

On a cherché à purifier le bitume d'Enniskillen en le chauffant dans l'eau bouillante, comme on le fait dans certains minerais pour en séparer la partie terreuse; mais il vient s'étendre en couche liquide à la surface de l'eau, et la poudre terreuse avec laquelle il est mélangé ne se dépose que d'une manière très-imparfaite. Pour l'épurer, les habitants du Canada le pressent dans un linge; il s'écoule alors à travers le linge dans l'intérieur duquel reste la partie terreuse.

Le bitume d'Enniskillen n'est pas encore exploité régulièrement. On voit, d'après ce que nous venons de dire, qu'il contient une grande quantité d'huile de pétrole recherchée maintenant dans l'industrie pour différents usages; aussi paraît-il devoir être plus avantageux d'extraire cette huile que le bitume lui-même.

### ILE DE LA TRINITÉ.

*Bitume de la Trinité.* — Au sud-ouest de l'île de la Trinité, sur le golfe de Paria, il existe un véritable lac de bitume. Plusieurs géologues, et notamment M. Charles Deville, ont exploré ce gisement intéressant.

Le lac de bitume de la Trinité se trouve à peu près à 27$^{m}$ au-dessus du niveau de la mer, et son étendue est d'une demi-lieue. Le bitume y forme une nappe en grande partie solide : cependant, vers le centre du lac, il est continuellement rejeté à l'état liquide par plusieurs orifices ou cratères dont la position est variable.

Le bitume de la Trinité est solide et inodore; sa couleur est brun-rougeâtre à l'extérieur et noire à l'intérieur. Il est fragile et il présente une cassure conchoïde, légèrement écailleuse; par suite, à l'état naturel, il ne peut pas immédiatement servir à faire du mastic bitumineux. Dans son intérieur, on observe de petites cavités qui contiennent une eau limpide. Il est impur et mélangé d'une forte proportion de schlamm ou d'argile, comme on peut le voir par

son analyse. Après le grillage du carbone fixe, cette argile est spongieuse, très-légère et sa couleur est rouge-brique. Le bitume de la Trinité renferme aussi beaucoup d'eau. Il fond à une température assez élevée, et il ne devient complétement fluide qu'après que toute son eau s'est dégagée. Il se dissout facilement dans les hydrogènes carbonés liquides et, par évaporation, on obtient un résidu ayant les caractères du bitume dit de Judée. A la distillation sèche, il donne d'abord plusieurs groupes d'huiles de naphte et de pétrole, puis en dernier lieu du bitume doux qui s'allie très-bien avec les calcaires, et qui peut être avantageusement employé à la fabrication du mastic bitumineux. Voici d'ailleurs quels sont les résultats obtenus par M. Armand en séparant successivement les divers produits que fournit la distillation du bitume de la Trinité :

| | |
|---|---|
| Naphte. . . . . | 12,72 |
| Pétrole. . . . . | 6,09 |
| Bitume. . . . . | 15,56 |
| Carbone du résidu fixe. . . . . | 12,64 |
| Argile calcinée du résidu fixe. . . . . | 22,13 |
| Eau. . . . . | 26,80 |
| Ammoniaque, hydrogène sulfuré, sulfure de carbone. | 0,14 |
| Produits gazeux non condensés et perte. . . . . | 4,72 |

Le bitume natif de la Trinité renferme donc à peu près moitié de son poids de matières carbonées sur lesquelles il y a 15 pour 100 de bitume; l'autre moitié est formée d'eau et d'argile.

Quand on opère la distillation en maintenant la température au rouge naissant, sans fractionner les produits comme dans l'expérience précédente, on obtient 34 pour 100 de bitume mou et ductile : ce bitume est alors mélangé d'une plus grande proportion de pétrole et de naphte.

Le bitume de la Trinité avait été exposé par la Société du Val-de-Travers, qui, dès à présent, l'exploite et le traite régulièrement sur une grande échelle. Il est soumis à la

distillation dans les appareils de M. Armand : les naphtes et les pétroles qu'on obtient servent à différents usages dans l'industrie, et le bitume proprement dit est employé à la fabrication des mastics.

Le lac de bitume de la Trinité présente une mine d'une richesse inépuisable, et il est vraisemblable que son exploitation ne tardera pas à prendre de plus grands développements.

ÉTATS-UNIS. — CALIFORNIE.

La Californie, si célèbre par ses mines d'or, compte aussi le bitume parmi ses richesses minérales.

M. F. Boudrye (n° 101). — M. Boudrye avait exposé du bitume, ainsi que des grès bitumineux et des lignites de San-José, en Californie.

*Bitume de Californie.* — Nous avons fait l'essai d'un bitume fourni par le commerce, qui provenait de Californie. Il a une cassure conchoïde un peu terne. Son odeur est celle des bitumes de bonne qualité. Sa densité est de 1,682 ; elle est élevée, parce qu'il est encore mélangé d'une certaine proportion de gangue. Son point de fusion est à 95 degrés.

Quand on le traite par la benzine, il se dissout entièrement, avec facilité, et laisse pour résidu un sable quartzeux qui est mélangé de calcaire et d'un peu d'argile : on y distingue en outre des grains de feldspath et de petites paillettes de mica blanc.

**Composition :**

| | |
|---|---|
| Bitume. . . . . | 36 |
| Calcaire et gangue soluble dans l'acide chlorhydrique. | 28 |
| Sable quartzeux légèrement argileux. . . . . | 36 |

On voit que ce bitume est déjà très-riche.

Lorsqu'on fait évaporer la benzine qui tient en dissolution le bitume de Californie, on obtient pour résidu un bitume pur, noir, brillant, très-ductile, qui s'étire en longs fils à la température ordinaire, et dont le point de fusion

est vers 85 degrés. Ce bitume serait très-propre à la fabrication des mastics bitumineux.

M. Hodgson (n° 71).

*Pierre artificielle.* — M. Hodgson avait envoyé des moulures, des bas-reliefs et divers ornements en pierre artificielle qu'il fabrique à Brooklyn (New-York). Quelques essais ayant pour but de déterminer la nature de cette pierre artificielle, ont montré qu'elle est presque entièrement formée par un sable quartzeux, agrégé par un ciment. Ce ciment répand une odeur agréable; il a une couleur brune ou brun rougeâtre; il est inattaquable par les acides, mais il se dissout dans l'alcool, qui donne un précipité blanc très-abondant lorsqu'on l'étend d'eau, et qui, évaporé à sec, laisse pour résidu de la résine. Une légère élévation de température suffit pour désagréger cette pierre artificielle, et, par calcination au rouge, elle perd seulement 10 pour 100 de son poids. La résine qui entre dans sa composition brûle d'ailleurs quand on élève convenablement la température.

La pierre artificielle de Brooklyn est donc formée de sable quartzeux et de résine mélangée sans doute avec un savon ou une matière grasse. Elle se moule à chaud et elle ne diffère du ciment de fontainier qu'en ce que le sable quartzeux remplace la brique pilée. Elle a très-peu de cohésion, et il est facile de l'égrener avec les doigts; elle ne pourrait guère convenir que pour la décoration intérieure.

L'Exposition présentait encore d'autres matières bitumineuses dont l'examen eût offert de l'intérêt; nous citerons notamment du *goudron* provenant de Constantine en Algérie (n° 650), du *pétrole* de Saint-Quirin près de Tergernsée en Bavière (n° 1), plusieurs *pétroles* ou *bitumes* de l'Inde et de de l'Empire Ottoman. Mais comme il ne nous a pas été possible d'obtenir des échantillons permettant d'analyser ces produits, nous devons nous borner à les indiquer.

Nous terminerons ce rapport en signalant une application nouvelle des matières bitumineuses, car bien qu'elle ne fut pas représentée à l'Exposition, elle est relative à l'importante question des *matériaux inaltérables à la mer*.

Nous avons vu qu'on a cherché à obtenir des matériaux de construction inaltérables à la mer, par des procédés nouvea uxqui étaient très-différents.

1° Dans le premier procédé, on remplace par de la magnésie la chaux qui forme le mortier ordinaire (p. 305 à 307, 316).

2° Dans le deuxième, on fabrique par voie sèche des blocs qui ont pour ciment un silicate fondu (p. 344).

3° Dans le troisième, duquel il nous reste à dire quelques mots, on fabrique des blocs qui ont pour ciment le coaltar.

Ce dernier procédé a été proposé par M. Bertren.

*Béton de coaltar*. — Le béton de coaltar s'obtient en agglutinant à chaud des pierrailles et du sable au moyen des résidus du goudron de houille. Sa densité peut s'abaisser jusqu'à 1,8; elle est alors un peu faible; mais il est possible de remédier à cet inconvénient, et en choisissant convenablement les matériaux mélangés, on arrive même à une densité qui n'est pas de beaucoup inférieure à celle des bétons de mortier.

Des essais viennent d'être faits en grand dans le port d'Oran en Algérie, avec le coaltar provenant des usines à gaz de Marseille, et ils ont donné des résultats satisfaisants. Au bout de cinq mois, des blocs lancés à la mer se recouvraient de dépôts marins, comme cela a lieu pour les meilleurs blocs de béton ordinaire.

Le prix de revient de ces blocs n'atteint d'ailleurs pas 25 fr. par mètre cube : or, dans le port d'Alger, le prix de revient du béton ordinaire est 17 fr. 50 c. et il s'élève même jusqu'à 26 fr. ; par conséquent, la fabrication du béton de coaltar

est, non-seulement possible, mais même économique (1).

Voici donc trois procédés nouveaux pour fabriquer des matériaux inaltérables à la mer : ces procédés réclament tous trois la sanction d'expériences faites sur une grande échelle, et par ce motif il nous a paru qu'il était utile d'appeler d'une manière spéciale l'attention sur chacun d'eux.

Les **briques**, les **terres cuites**, les **bois** et les **métaux** complètent la série des matériaux de construction ; mais d'autres membres du Jury International s'étant chargés de leur examen, nous ne pousserons pas plus loin l'étude des matériaux de construction envoyés à l'Exposition universelle de 1855.

(1) Nouvelles Annales de la construction, par M. *Oppermann*, ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mai 1855, p. 3.

FIN.

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

## A


Pages.

*Adnet* (Marbre d' —). . . . . 203
*Agate*. . . . . 9, 10, 89
*Aïn-Ouinkel* (Marbre d'—). . . . . 161
*Aïn-Tembalek* (Albâtre d' —). . . . . 155
*Albâtre*. 115, 155, 176, 179, 181, 184, 188, 191, 200, 211, 212, 213.
*Albâtre algérien*. . . . . 155, 191, 211, 214
*Albâtre gypseux* (Alabastrite). . . . . 231
*Albâtre onyx*. . . . . 155, 214
*Albâtre oriental*. . . . . 213
*Alberèse*. . . . . 175, 201, 228
*Alcobanca* (Bitume d' —). . . . . 384
*Alcorlo* (Chaux d' —). . . . . 333
*Alentejo* (Marbre de l' —). . . . . 189
*Alep* (Marbre d' —). . . . . 212
*Algaïola* (granite d' —). . . . . 164
ALGÉRIE. — Roches feldspathiques. . . . . 23, 31
Ardoises. . . . . 67
Roches quartzeuses. . . . . 94
Marbres . . . . . 154 à 163
Chaux. . . . . 310
*Allemagne* (Pierre d' —). . . . . 220, 221
*Alpes Apuennes* (Marbre des —). . . . . 167
*Altissimo* (Marbre de l' —). . . . . 168
*Alvarado* (Bitume d' —). . . . . 388
*Andrinople* (Marbre d' —). . . . . 212
*Angers* (Ardoise d' —). . . . . 40
*Anhydrite*. . . . . 230, 231, 233
*Antony* (Chaux d' —). . . . . 287
*Antony* (Ciment d' —). . . . . 288
*Aracena* (Albâtre algérien d'—). . . . . 191
ARDOISES. . . . . 38 à 67
(Remarques générales sur les —). . . . . 38 à 40
Id. *France*. . . . . 40 à 52

Pages.

ARDOISES. *Royaume-Uni*. . . . . 52 à 54
Id. *Canada*. . . . . 54 à 55
Id. *Inde*. . . . . 55
Id. *Belgique*. . . . . 55 à 56
Id. *États Sardes*. . . . . 56 à 57
Id. *Autriche*. . . . . 57 à 59
Id. *Prusse*. . . . . 59
Id. *Nassau*. . . . . 59
Id. *Wurtemberg*. . . . . 59
Id. *Suède et Norwége*. . . . . 59 à 61
Id. *Espagne*. . . . . 61
Id. *Toscane*. . . . . 62
Id. *Chine*. . . . . 62
Id. (Eau absorbée par l' —). . . . . 41
Id. (Sa résistance à la rupture). . . . . 41
Id. (Emploi de l'— à divers usages dans les constructions). 40 à 50, 53, 54, 56, 58, 65
Id. (Calcaire employé comme —). . . . . 93
Id. (Grès employé comme —). . . . . 92
Id. (Schiste amphibolique employé comme —). . . . . 57
Id. *dite émaillée*. . . . . 62 à 67
Id. *Sculptée*. . . . . 55, 62
*Argonne* (Lumachelle d' —). . . . . 136
*Arnprior* (Marbre d' —). . . . . 208
*Arvieu* (Serpentine d' —). . . . . 74
*Asie Mineure* (Marbre de l' —). . . . . 212
*Aspin* (Marbre d' —). . . . . 116
*Assam* (Serpentine d' —). . . . . 82
*Aubigny* (Pierre d' —). . . . . 220
AUTRICHE (EMPIRE D'—). — Ardoises. . . . . 57 à 59
Serpentines. . . . . 80 à 81
Roches chloritiques et talqueuses. . . . . 86 à 87
Roches quartzeuses. . . . . 100
Marbres. . . . . 199 à 203
Roches de chaux sulfatée. 233 à 234
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 326 à 331
Plâtres . . . . . 353 à 354
Bitumes et composés bitumineux. . . . . 379 à 382
*Auvergne* (Bitume de l' —). . . . . 367, 370

*Aynac* (Marbre d'—). . . . . 145

## B

Pages.
*Bagaas* (Ciment de —). . . . . 335
*Bagnères-de-Bigorre* (Atelier de marbrerie de —). . . . . 115
Balpum. . . . . 88
*Banderma* (Marbre de —). . . . . 212
Bardiglio fiorito. . . . . 173
Bardiglio screziato. . . . . 180
Bardiglio scuro. . . . . 172
*Barga* (Jaspe de —). . . . . 10
*Barrica* (Chaux de —). . . . . 333
*Basalte égyptien*. . . . . 21
*Bassins en bitume*. . . . . 369
*Bastennes* (Bitume de —). . . . . 371
*Beaujeu* (Marbre de —). . . . . 130
*Bedoule* (Chaux de la —). . . . . 248
BELGIQUE. — Roches feldspathiques. . . . . 35 à 37
Ardoises. . . . . 55 à 56
Marbres. . . . . 165, 194 à 196
Pierres calcaires . . . . . 223 à 226
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 325
*Bellary* (Marbre de —). . . . . 208
*Bergame* (Pierres calcaires de la province de —). . . . . 227
*Betogli* (Marbre de —). . . . . 170
*Béton dur*. . . . . 304
*Béton économique*. . . . . 303
BITUMES ET COMPOSÉS BITUMINEUX. . . . . 355 à 396
(Remarques générales sur les —). 335 à 357
Id. (Essai des —). . . . . 357 à 359
Id. *France*. . . . . 359 à 379
Id. *Autriche*. . . . . 379 à 382
Id. *Espagne*. . . . . 382 à 384
Id. *Portugal*. . . . . 384 à 385
Id. *Hollande*. . . . . 385 à 386
Id. *Égypte*. . . . . 386 à 388
Id. *Mexique*. . . . . 388 à 389
Id. *Canada*. . . . . 389 à 391
Id. *Trinité*. . . . . 391 à 393
Id. *États-Unis*. . . . . 393 à 394
*Bitume* (Extraction du — par distillation). . . . 360, 363, 364, 368

Pages

*Bitume dit Égyptien*. . . . . 384
Id. *de momie*. . . . . 385
*Bivinco* (Serpentine du —). . . . . 69
*Bize-Nistos* (Albâtre de —). . . . . 115
*Bône* (Marbre de —). . . . . 163
*Boulogne-sur-Mer* (Marbre de —). . . . . 134
*Boulogne-sur-Mer* (Ciment de —). . . . . 251
*Brazza* (Bitume de l'île —). . . . . 379
*Bretagne* (Granite de —). . . . . 27 à 29
*Brèche africaine ou de Stazzema*. . . . . 173, 174
Id. *brun marron de Corse*. . . . . 153
Id. *rouge violacé des Alpes*. . . . . 129
Id. *universelle d'Égypte*. . . . . 24
Id. *violette de la Tarentaise*. . . . . 181, 183
Id. *volcanique*. . . . . 30
*Brescia* (Marbre de la province de —). . . . . 201
*Brives* (Ardoises de —). . . . . 52
*Brocatelle*. . . . . 189, 193
Brocatello. . . . . 174
*Brohl* (Trass de —). . . . . 322
*Brompton Lake* (Serpentine de —). . . . . 82
*Bude* (Ciment de —). . . . . 328
*Bugarra* (Chaux de —). . . . . 332
*Busca* (Albâtre de —). . . . . 181
*Buschenberg* (Marbre de —). . . . . 199

## C

*Caen* (Pierre de —). . . . . 220
*Calcaires propres aux constructions hydrauliques*. . . . 220, 224
*Californie* (Bitume de —). . . . . 393
*Calvados* (Roches quartzeuses du —). . . . . 93
*Campan* (Marbre de —). . . . . 116
CANADA. — Roches feldspathiques. . . . . 5 à 6
Ardoises. . . . . 54 à 55
Serpentines. . . . . 81 à 82
Roches chloritiques et talqueuses. . . . . 87 à 86
Marbres. . . . . 206 à 208
Pierres calcaires. . . . . 229 à 250
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 312 à 316
Bitumes. . . . . 389 à 392
*Canterra de Laruen* (Ciment de —). . . . . 334

Pages.

*Capoudagh* (Marbre de —). . . . . 212
*Cardoso* (Ardoises du —). . . . . 62
*Carlsœ* (Marbre de —). . . . . 203
*Carrare* (Marbre de —). . . . . 169
*Cassel* (Chaux de —). . . . . 301
*Castagneto* (Marbre de —). . . . . 178
*Castellar* (Marbre de —). . . . . 193
*Castera-Verduzan* (Marbre de —). . . . . 125
*Caumont* (Ardoise de —). . . . . 51
*Caunes* (Marbre de —). . . . . 121
Ceppo. . . . . 228
*Champ-Robert* (Marbre de —). . . . . 148
*Champ-Rond* (Ciment de —). . . . . 275
*Chartres* (Chaux de —). . . . . 298
Id. (Pouzzolane artificielle de —). . . . . 299
*Chasy* (Ciment de —). . . . . 315
*Chate* (Marbre de —). . . . . 207
*Chatelperron* (Marbre de —). . . . . 149
*Chaudières fermées pour la préparation du mastic bitumineux*. . . . . 359, 363, 365
*Chaussées empierrées bitumineuses*. . . . . 361, 370
*Chaussées en mastic bitumineux avec fragments de pierres*. . . . . 361, 369
*Chaussées quadrillées en bitume*. . . . . 369
CHAUX, CIMENTS ET MORTIERS. . . . . 235 à 337
Id. (Remarques générales sur les —). 235 à 240
Id. *marche suivie pour leur essai*. . 235 à 240
Id. *composition chimique*. . . . . 236
Id. *changement de volume*. . . . . 237
Id. *augmentation de poids*. . . . . 238
Id. *résistance à la traction*. . . . . 239
Id. *France*. . . . . 240 à 310
Id. *Colonies françaises*. . . . . 310 à 311
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 311 à 312
Id. *Canada*. . . . . 312 à 316
Id. *Wurtemberg*. . . . . 316 à 318
Id. *Prusse*. . . . . 318 à 325
Id. *Belgique*. . . . . 325 à 326
Id. *Autriche*. . . . . 326 à 331
Id. *Espagne*. . . . . 331 à 334
Id. *Suède et Norwége*. . . . . 334 à 336
Id. *Grèce*. . . . . 336

Pages.

CHAUX, CIMENTS, MORTIERS. *Suisse*. . . . . 336
Id. *États Pontificaux*. . . . . 337
*Chavaroche* (Bitume de —). . . . . 359
*Cheswring* (Granite de —). . . . . 32
*Chiavenna* (Pierre ollaire de —). . . . . 85
CHINE. — Ardoises. . . . . 62
Marbres. . . . . 216
*Chippal* (Marbre du —). . . . . 131
*Chlorite*. . . . . 82 à 89
*Chorges* (Marbre et Portor de —). . . . . 126
Cicerchia. . . . . 97
CIMENTS A BASE D'OXYDE DE PLOMB OU D'OXYDE DE ZINC. 337 à 340
*Ciment brûlé*. . . . . 290
*Ciment à cuisson double*. . . . . 326
CIMENTS DIVERS. . . . . 337 à 345
*Ciment fabriqué avec des surcuits*. . . . . 250, 289, 290
Id. *gris*. . . . . 248
Id. *d'oxychlorure de zinc*. . . . . 338
Id. *de Portland anglais*. . . . . 254
Id. *de Portland de Stettin*. . . . . 322
Id. *de Portland naturel de Boulogne-sur-Mer*. . . . . 255
Id. *vif*. . . . . 291
*Citernes en ciment*. . . . . 302, 325, 327
*Classification des matériaux de construction*. . . . . 4
*Coaltar* (Béton de —). . . . . 395
*Cogollado* (Gypse de —). . . . . 233
*Coïmbre* (Bitume de —). . . . . 385
*Composé asphaltique*. . . . . 385
*Composé bitumineux dit Lave fusible*. . . . . 367
*Conduites en ciment*. . . . . 253, 273, 279, 327
*Conduites en pierres forées à la mécanique*. . . . . 222, 228
*Connemara* (Marbre de —). . . . . 205
*Constructions en ardoises*. . . 40, 43, 49, 53, 54, 56, 58, 59, 65
Id. *en briques et en bitume*. . . . . 361, 370
Id. *en ciment*. . . . . 243, 247, 252, 267, 279, 302
Id. *en ciment et en fer*. . . . . 302
*Corbigny* (Ciment de —). . . . . 278
*Corchia* (Marbre du Monte —). . . . . 168, 172
*Corse* (Marbre du cap —). . . . . 154
*Corte* (Cipolin de —). . . . . 150
Crespone. . . . . 228
*Crestola* (Marbre de —). . . . . 169

Pages.
CUBA. — Marbres. . . . . 194
*Cynopolis* (Marbre de —). . . . . 187

## D

*Dallages en granites*. . . . . 28, 30, 32
Id. *en ardoises*. . . . . 40 à 51, 53, 54, 56, 57, 58, 59
Id. *en grès*. . . . . 95, 97, 98, 101
Id. *en marbres*. . . . . 114 à 216
Id. *en pierres calcaires*. . . . . 219, 222, 225, 226, 227
Id. *en ciment*. . . . . 265, 272, 289, 301, 328
Id. *en plâtre*. . . . . 353, 354
Id. *en bitume*. . . . . 361, 369
Id. *avec bitume incrusté*. . . . . 377
*Damaristica* (Marbre de —). . . . . 187
*Derby* (Marbre du comté de —). . . . . 205, 206
*Diamant* (Pierres dures travaillées et tournées avec le —). 17, 18, 19, 20, 90, 91
*Diez-sur-Lahn* (Marbre de —). . . . . 199
*Digne* (Marbre de —). . . . . 130
*Dinan* (Marbre de —). . . . . 10, 165
*Dingelvik* (Pierre ollaire de —). . . . . 85
*Diorite micacée*. . . . . 21, 22, 23, 32
*Diorite orbiculaire*. . . . . 22, 153
*Doix* (Marbre de la —). . . . . 147
*Doué* (Chaux de —). . . . . 301
*Doué* (Ciment de —). . . . . 301
*Drap mortuaire* (Marbre dit —). . . . . 196
*Drontheim* (Pierre ollaire de —). . . . . 84
*Dudswell* (Marbre de —). . . . . 206

## E

*Écaussines* (Marbre des —). . . . . 113, 195
*Échoisy* (Chaux d' —). . . . . 292
ÉGYPTE. — Roches feldspathiques. . . . . 2 à 7, 24 à 26
Serpentines. . . . . 81
Marbres. . . . . 213 à 214
Bitumes. . . . . 386 à 388
*Enduits conservateurs en bitume*. . . . . 372, 374, 375
*Enniskillen* (Bitume d' —). . . . . 387
*Épériès* (Ciment d' —). . . . . 327

Pages.

ESPAGNE. — Ardoises . . . . . 61
Serpentines. . . . . 80
Marbres. . . . . 191 à 194
Roches de chaux sulfatée. . . . . 233
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 331 à 334
Bitumes. . . . . 382 à 384
*Estival* (Serpentine d' —). . . . . 73
*Estramadure* (Marbre de l' —). . . . . 189
*Estrennas* (Marbre d' — ). . . . . 189
ÉTATS PONTIFICAUX. — Serpentines. . . . . 79 à 80
Marbres. . . . . 183 à 185
Chaux. . . . . 337
Plâtres. . . . . 354 à 355
ÉTATS SARDES. — Roches feldspathiques.. . . . . 34 à 35
Ardoises. . . . . 56 à 57
Serpentines . . . . . 76 à 78
Roches chloritiques et talqueuses. . . . . 86
Marbres. . . . . 178 à 183
Roches de chaux sulfatée. . . . . 233
Plâtres. . . . . 354
ÉTATS-UNIS. — Ardoises. . . . . 66 à 67
Bitumes. . . . . 392 à 394
*Euphotide*. . . . . 10, 34, 37
*Euphotide serpentineuse*. . . . . 23, 34, 81

## F

*Fabrosa* (Marbre de —). . . . . 179
*Fagnières* (Ciment de —). . . . . 296
Id. (Pouzzolane artificielle de —). . . . . 297
*Falcovaia* (Marbre de —). . . . . 169
*Filfila* (Marbre du —). . . . . 161
*Fils télégraphiques isolés et conservés par le bitume*. . . . . 366
*Filtres en lave*. . . . . 31
Id. *en grès*.. . . . . 103
Id. *en pierre calcaire*. . . . . 222, 230
*Finlande* (Grès de —). . . . . 165
*Florence* (Manufacture royale de mosaïques à —). . . . . 8
*Fondations en bitume pour parquets*. . . . . 366
*Fontaines filtrantes en ciment*. . . . . 301
*Four à chaux fumivore*. . . . . 309
*Four à plâtre perfectionné*. . . . . 351
*Framont* (Marbre de —). . . . . 131

Pages.

FRANCE. — Roches feldspathiques. . . . . 17 à 23, 27 à 31
Ardoises. . . . . 40 à 52
Serpentines. . . . . 69 à 76
Roches quartzeuses. . . . . 92 à 94
Marbres. . . . . 105 à 167
Pierres calcaires. . . . . 218 à 223
Roches de chaux sulfatée. . . . . 231 à 231
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 240 à 310
Ciments divers. . . . . 337 à 345
Plâtres. . . . . 345 à 355
Bitumes et composés bitumineux. 355 à 379, 394 à 395
FRANÇAISES (COLONIES). — Roches feldspathiques. . . 23, 31 à 32
Chaux, ciments et mortiers. 310 à 311
*Franchimont* (Marbre de —). . . . . 132, 194
*Freiheitsberg* (Schiste talqueux de —). . . . . 86
*Fromelennes* (Marbre de —). . . . . 136
*Fumay* (Ardoise de Sainte-Anne à —). . . . . 43
*Fumay* (Ardoise de Sainte-Barbe à —). . . . . 46

G

*Gap* (Ciment de —). . . . . 293
*Gaughnawaga* (Marbre de —). . . . . 207
*Gênes* (Serpentine de —). . . . . 77
Giallo antico. . . . . 162, 183,
*Giardino* (Marbre du —). . . . . 176
*Giudecca* (Ciment de l'île de la —). . . . . 326
*Givet* (Marbre de —). . . . . 136
*Glageon* (Marbre de —). . . . . 194
*Glomel* (Arène de —). . . . . 306
*Golzines* (Marbre de —). . . . . 196
*Gorgier* (Chaux du —). . . . . 336
*Goujots* (Serpentine des —). . . . . 72
GRANITE. . . . . 5 à 22, 27 à 31, 32 à 34
Id. *du Royaume-Uni*. . . . . 15, 32, 33
Id. *de France* . . . . . 17 à 23, 27 à 31
Id. *de Suède et Norwége*. . . . . 15, 33
Id. *du Wurtemberg*. . . . . 33
Id. *des États Sardes*. . . . . 34 à 35
Id. (Bijoux en —). . . . . 316
Id. (Emploi dans les constructions). . . . . 5 à 8
*Granite feuille-morte*. . . . . 21
*Grappes utilisées pour rendre la chaux hydraulique*. . . . . 249

Pages.

GRÈCE. — Roches feldspathiques. . . . . 23
Serpentines. . . . . 81
Marbres. . . . . 185 à 188
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 336
*Grenoblois* (Ciment —). . . . . 277
*Grenville* (Marbre de —). . . . . 206
GRÈS. . . . . 91 à 103
Id. (Remarques générales sur les —). . . . . 91 à 92
Id. *France et d'Algérie*. . . . . 92 à 94
Id. *Wurtemberg*. . . . . 94 à 97
Id. *Toscane*. . . . . 97 à 98
Id. *Prusse*. . . . . 98 à 100
Id. *Autriche*. . . . . 100
Id. *Suède*. . . . . 100
Id. *Mexique*. . . . . 101
Id. *Sumatra*. . . . . 101
Id. *Inde*. . . . . 101
Id. *Nouvelle-Galles du Sud*. . . . . 103
Id. *Terre de Van Diemen*. . . . . 103
Id. *Keuper supérieur du Wurtemberg*. . . . . 95
Id. *statuaire*. . . . . 99, 101
*Grevenmacher* (Grès de —). . . . . 99
*Griotte*. . . . . 101, 109, 136
*Groupes distingués dans les marbres de France*. . . . . 114
*Guadeloupe* (Pouzzolane de la —). . . . . 311
GUATEMALA (RÉPUBLIQUE DE). — Roches feldspathiques. . 26 à 27
*Guelma* (Chaux de —). . . . . 310
*Guillestre* (Marbre de —). . . . . 126, 129
*Gya* (Pierre ollaire de —). . . . . 88
*Gypse*. . . . . 230, 231, 232, 233, 234, 345, 346, 349

## H

*Hainaut* (Marbre du —). . . . . 196
*Harbourhead* (Marbre d' —). . . . . 211
*Havre* (Ciment du —). . . . . 300
*Hermitage en Tarentaise* (Brèche d' —). . . . . 181, 183
*Herzogenrath* (Grès d' —). . . . . 99
*Hueyotlipan* (Marbre d' —). . . . . 215

## I

*Ile des Princes* (Marbre de l' —). . . . . 212
*Incuits utilisés pour rendre la chaux hydraulique*. . . . . 249

Pages.

INDE. — Jade. . . . . 17
Ardoises. . . . . 55
Serpentines. . . . . 82
Roches chloritiques et talqueuses. . . . . 88 à 89
Roches quartzeuses. . . . . 101 à 102
Marbres. . . . . 208 à 209

## J

*Jade*. . . . . 179, 216
JAMAÏQUE. — Marbres. . . . . 211
*Jaune antique*. . . . . 162, 183
*Jérusalem* (Marbre de —). . . . . 213
*Jura* (Marbre du —). . . . . 146

## K

*Katthammarsah* (Ciment de —). . . . . 335
*Kersanton*. . . . . 5, 24, 31
*Kingston* (Marbre de —). . . . . 211
*Kjellsvik* (Ardoise de —). . . . . 60
*Kolmarden* (Marbre de —). . . . . 203
*Krenthaller* (Chaux et Plâtre de —). . . . . 354
*Kunzendorf* (Marbre de —). . . . . 198
*Kutnagherry* (Pierre ollaire de —). . . . . 88
*Kvikne* (Pierre ollaire de —). . . . . 84

## L

*Laffray* (Marbre de —). . . . . 129
*Lagny* (Gypse et Plâtre de —). . . . . 349
*La Nette* (Trass de —) . . . . . 322
*Langoen* (Ciment de —). . . . . 334
*Lauzet* (Portor du —). . . . . 126
*Lavagna* (Ardoise de —). . . . . 62
*Lave* . . . . . 31, 322
*Lave* (Grès et Calcaire schistoïde dit —). . . . . 92, 93
*Laveline* (Marbre de —). . . . . 131
*Lessines* (Porphyre de —). . . . . 35, 36
*Levante* (Serpentine de —). . . . . 77
*Limburg* (Marbre de —). . . . . 199
*Lizard* (Serpentine du Cap —). . . . . 74

Pages.

*Lot* (Marbre du —). . . . . 144
*Lourdes* (Marbre de —). . . . . 116
*Lumachelle*.. . . . . 109, 136, 137, 178, 146, 208, 210
*Luxembourg* (Ardoise de la province de —). . . . . 55

**M**

*Macael* (Marbre de —).. . . . . 192
*Maceda* (Bitume de —). . . . . 380
*Machine à creuser les coupes en marbre*. . . . . 119
*Machine pour pulvériser le plâtre*, dite Sas à cadre mobile.. 353
Macigno. . . . . 97
Madremacchia . . . . . 171
*Magen* (Trass de —). . . . . 322
*Magnésie* (Fabrication en grand de la —). . . . . 306
*Maine* (Marbre du —). . . . . 138
Maiolica. . . . . 201, 228
*Mancelière* (Chaux de la —).. . . . . 299
MARBRES. . . . . 104 à 216
Id. (Remarques générales sur les —). . . . . 104 à 105
Id. (Importation et Exportation des — en France)... . 112
Id. (Prix des — de France). . . . . 109
Id. *France et Algérie*. . . . . 105 à 167
Id. Groupe de l'Ouest. . . . . 105 à 126
Id. Groupe du Centre. . . . . 126 à 131
Id. Groupe de Paris. . . . . 131 à 132
Id. Groupe de Corse. . . . . 132 à 137
Id. Groupe d'Algérie. . . . . 154 à 163
Id. Groupe des Pyrénées. . . . . 137 à 142
Id. Groupe des Alpes. . . . . 142 à 149
Id. Groupe des Vosges. . . . . 163 à 169
Id. Groupe du Nord.. . . . . 149 à 154
Id. *Toscane*. . . . . 167 à 178
Id. *États Sardes*. . . . . 178 à 183
Id. *États Pontificaux*. . . . . 183 à 185
Id. *Grèce*. . . . . 183 à 188
Id. *Portugal*. . . . . 188 à 191
Id. *Espagne*. . . . . 191 à 194
Id. *Cuba*. . . . . 194
Id. *Belgique*. . . . . 194 à 196
Id. *Prusse*. . . . . 196 à 199
Id. *Nassau*. . . . . 199
Id. *Autriche*.. . . . . 199 à 203

Pages.

MARBRES *Suède et Norwége*. . . . . 203 à 204
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 204 à 206
Id. *Canada*. . . . . 206 à 208
Id. *Inde*. . . . . 208 à 209
Id. *Nouvelle-Galles du Sud*. . . . . 206 à 208
Id. *Terre de Van Diemen*. . . . . 210
Id. *Jamaïque*. . . . . 211
Id. *Empire Ottoman* . . . . . 211 à 213
Id. *Égypte*. . . . . 213 à 214
Id. *Mexique*. . . . . 214 à 215
Id. *Uruguay*. . . . . 215
Id. *Sumatra*. . . . . 216
Id. *Chine*. . . . . 216
*Marbre* affumicato. . . . . 201
Id. *agate*. . . . . 189
Id. bardiglio. . . . . 200
Id. bardiglio fiorito. . . . . 161, 173
Id. bardiglio screziato. . . . . 180
Id. bardiglio scuro. . . . . 172
Id. *blanc*. 113, 115, 124, 131, 148, 160, 172, 179, 185, 186, 189, 191, 192, 193, 194, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 212, 215, 216
Id. *bleu turquin*. . . . . 113, 150, 172, 173, 186, 191, 216
Id. *Braël*. . . . . 136
Id. *brèche africaine*. . . . . 173, 193
Id. *brocatelle*. . . . . 193
Id. brocatello. . . . . 174
Id. *campan*. . . . . 110, 111, 116
Id. *cipolin*. . . . . 126, 150, 186, 189, 191, 203, 204, 205
Id. *jaune serin* (Cream yellow). . . . . 205, 208, 209
Id. *Florence*. . . . . 136
Id. *grand incarnat* ou *rouge incarnat*. . . . . 122
Id. *Griotte* dit *Griotte d'Italie*. . . . . 109, 121
Id. *jaune antique* (giallo antico). . . . . 162, 183
Id. *mosaïque*. . . . . 151
Id. *noir*. . 10, 110, 111, 126, 128, 129, 130, 137, 163, 180, 182, 187, 195, 196, 199, 201, 202, 206, 207, 216
Id. occhiadino. . . . . 200
Id. occhiato. . . . . 200
Id. *petit granite*. . . . . 136, 195
Id. *Portor*. . . 109, 113, 116, 126, 127, 140, 154, 162, 175, 180, 188, 193, 200

Pages.

*Marbre Ripel*. . . . . 136
Id. Ravaccione. . . . . 170
Id. *rouge antique* (rosso antico).. . . . . 184, 186
Id. *rouge français*. . . . . 109, 123
Id. *rouge royal* . . . . . 132, 196
Id. *rouge turquin*.. . . . . 123
Id. *ruiniforme*. . . . . 175
Id. *Sainte-Anne*. . . . . 136, 195
Id. *Sainte-Anne de l'ouest*. . . . . 137, 139
Id. *Sarrancolin*.. . . . . 151
Id. *Sarrancolin de l'ouest*. . . . . 138, 139
Id. *serpentineux*. . . . . 206
Id. *statuaire*.. . . . 113, 160, 168, 169, 179, 185, 208, 210
Id. *Stinkal*. . . . . 135
Id. *tuberculeux antique*. . . . . 183
Id. *vert et rouge de Moulins*. . . . . 109, 116
*Marmara* (Marbre de l'île de —). . . . . 212
Marmi artificiali. . . . . 354
*Mastic Dihl*. . . . . 337
*Mastic Machabée*. . . . . 372
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION. . . . . 4
Id. ARTIFICIELS.. . . . . 235 à 396
Id. NATURELS. . . . . 4 à 235
*Matériaux de construction* (Marche suivie dans l'examen des —). . . . . 1 à 4
*Matériaux inaltérables à la mer*, en béton de coaltar.. . . . 395
Id. en mortier. 254, 282, 320, 332
Id. en mortier magnésien. 305, 316
Id. en silicate fondu. . . . . 344
MATÉRIAUX SILICATÉS. . . . . 340 à 345
*Matériaux silicatés par voie humide*. . . . . 340 à 343
Id. *par voie sèche*. . . . . 343 à 345
*Matifoux* (Marbre du cap —). . . . . 163
*Maurins* (Serpentine de) . . . . . 71
*Mayenne* (Marbre de la —). . . . . 140
*Mecklinghausen* (Marbre de —). . . . . 197
*Mélaphyre vert antique*. . . . . 10, 23
*Merbes-le-Château* (Marbre de —). . . . . 135
*Meschède* (Ardoise de —). . . . . 59
*Meules tournées au moyen du diamant*.. . . . . 91
MEXIQUE. — Roches feldspathiques. . . . . 37 à 38
Roches quartzeuses.. . . . . 101

Pages.

MEXIQUE. — Marbres. . . . . 214 à 215
Roches de chaux sulfatée. . . . . 234
Bitume. . . . . 388 à 389
*Micaschiste avec émeraudes*. . . . . 25, 26
Mischio. . . . . 174
*Mississquoibay* (Marbre de —). . . . . 206
*Moissac* (Ciment de —). . . . . 261
*Moltifao* (Marbre de —). . . . . 151
*Mongruy* (Granite de —). . . . . 15
*Montauge* (Gypse de —). . . . . 232
*Montélimart* (Chaux de —). . . . . 285, 283
*Montévidéo* (Marbre de —). . . . . 215
*Monthermé* (Ardoise de —). . . . . 47
*Montréal* (Marbre de —). . . . . 207
*Moravie* (Marbre de la —). . . . . 202
*Morins* (Chaux des —). . . . . 294
*Mortiers*. . . . . 235 à 337
*Mortiers en plâtre aluné*. . . . . 350
*Mortier magnésien*. . . . . 305, 315
*Mosaïques en bitume*. . . . . 361, 366, 370
Id. *en ciment*. . . . . 329 à 331
Id. *florentines*. . . . . 8, 90, 167
Id. *en plâtre aluné*. . . . . 351
*Mouhalitch* (Marbre de —). . . . . 212
*Moulins* (Marbre vert et rouge de —). . . . . 115
*Murchamp* (Calcaire de —). . . . . 222

## N

*Namur* (Marbre de —). . . . . 196
NASSAU (DUCHÉ DE —). — Ardoises. . . . . 59
Marbres. . . . . 199
*Nava* (Marbre portor de —). . . . . 181
*Neanderthal* (Marbre du —). . . . . 198
*Nideggen* (Trass de —). . . . . 322
*Niedermendig* (Lave de —). . . . . 322
*Normandie* (Granite de —). . . . . 27 à 30
*Notre-Dame-de-Mézage* (Anhydrite de —). . . . . 231
NOUVELLE-GALLES DU SUD. — Roches quartzeuses. . . . 102 à 103
Marbres. . . . . 209 à 211
*Numidie* (Marbre de —). . . . . 162

## O

Pages.
*Obélisques*.. . . . . 6, 16, 28, 29
*Oletta* (Marbre d'—). . . . . 154
*Oneïda* (Ciment d'—). . . . . 315
*Ophicalces*. . . . . 67 à 82
*Ophicalce* de Levante . . . . . 77
*Ossola* (Pierre calcaire d'—). . . . . 86
Ottoman (Empire). — Marbres. . . . . 211 à 213
*Oxford* (Serpentine d' —). . . . . 82

## P

*Packenham* (Marbre de —). . . . . 208
Panchina.. . . . . 229
*Paris* (Chaux de — au Canada). . . . . 314
*Paris* (Ateliers de marbrerie du groupe de —). . . . . 163 à 167
*Paris* (Plâtre de —). . . . . 345 à 348
*Paros* (Marbre de — ). . . . . 185
*Parrian Bellan* (Marbre de —). . . . . 210
*Pavés* en porphyre. . . . . 35
Id. en grés. . . . . 93, 94, 95
Id. *portatifs pour chaussées bitumineuses*. . . . . 370
*Pech Cardaillac* (Serpentine du — ). . . . . 73
*Pechelbronn* (Bitume de —). . . . . 372
*Peinture sur ardoise*. . . . . 67
*Peinture marbre*. . . . . 307
*Peinture au bitume*. . . . . 374, 376, 377
Id. *à l'oxychlorure de zinc*. . . . . 338
*Pentélique* (Marbre — ). . . . . 186
*Peterhead* (Granite de —). . . . . 15
*Pétrole de Hit*. . . . . 355
Id. *de l'Égypte*. . . . . 384
Id. *du Canada*. . . . . 387
*Peychagnay* (Marbre du —). . . . . 128
*Phalsbourg* (Grès des environs de —). . . . . 92, 99
*Philippeville* (Marbre de — ). . . . . 161
*Pierres agglutinées par la chaleur*. . . . . 343
*Pierre artificielle cimentée par de la résine*. . . . . 390
*Pierre de Baram*. . . . . 81
Pierres calcaires. . . . . 216 à 230
Id. (Remarques générales sur les —). . 216 à 218

Pages.

PIERRES CALCAIRES.— *France*. . . . . 216 à 223
Id. *Belgique*. . . . . 223 à 226
Id. *Wurtemberg*. . . . . 226 à 227
Id. *Autriche*. . . . . 227 à 228
Id. *Toscane* . . . . . 228 à 229
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 229
Id. *Canada*. . . . . 229 à 230
Id. *Empire Ottoman*. . . . . 230
*Pierres calcaires employées à Paris*. . . . . 217
*Pierre câline*. . . . . 136
*Pierres découpées à jour*. . . . . 55, 101
Id. *dures* (Travail des —). . . . . 9, 89
Id. *fabriquées par voie sèche avec un silicate alcalin*. . . . 343
Id. *meulières* en calcaire. . . . . 228
Id. en granite. . . . . 28, 34
Id. en lave. . . . . 322
Id. en micaschiste. . . . . 33
Id. en euphotide. . . . . 37
Id. en porphyre. . . . . 327
Id. en silex ou en grès. . . . . 90
*Pierres ollaires*. . . . . 83, 89, 92, 94, 95, 96, 100
Id. (Composition des —). . . . . 83
*Pierre réfractaire* en grès. . . . . 95
Id. en micaschiste. . . . . 37
Id. en roches talqueuses et chloritiques. 83, 86, 87
Id. en trachyte. . . . . 37
Pietra forte. . . . . 89
Id. morta. . . . . 98
Id. paesina. . . . . 176, 201
Id. serena. . . . . 98
*Pins* (Marbre de l'île des —). . . . . 194
*Pisé*. . . . . 303
*Pise* (Marbre des environs de —). . . . . 172, 175
*Placage du marbre*. . . . . 197
*Plaidt* (Trass de —) . . . . . 321
PLATRES. . . . . 345 à 355
Id. (Remarques générales sur les —). . . . . 345 à 348
Id. *France*. . . . . 348 à 353
Id. *Autriche*. . . . . 353
Id. *États Sardes*. . . . . 354
Id. *États Pontificaux*. . . . . 354 à 355
Id. *Toscane*. . . . . 355

Pages.

*Plâtre aluné* . . . . . 348 à 355
Id. *mélangé à de la chaux* . . . . . 352
Id. *stéariné* . . . . . 350
Id. *composé* . . . . . 351, 355
*Polla* (Marbre de la —) . . . . . 169
*Pont-sur-Sambre* (Marbre de —) . . . . . 137
*Popolasca* (Marbre de —) . . . . . 152
*Porphyres de Belgique* . . . . . 35 à 37
Id. *d'Elfdalen* . . . . . 10, 13
Id. *des Vosges* . . . . . 21, 164, 165
*Porphyre rouge antique* . . . . . 10, 11
Id. *trachytique* . . . . . 38
*Port-Launay* (Ardoise de —) . . . . . 51
*Port-Madoc* (Ardoise de —) . . . . . 53
*Porte de France* (Ciment de la —) . . . . . 268
*Porto-Mandoler* (Bitume de —) . . . . . 378
*Porto-Venere* (Marbre portor de —) . . . . . 180
PORTUGAL. — Roches feldspathiques . . . . . 24
Marbres . . . . . 188 à 191
Bitumes . . . . . 384 à 385
*Potton* (Schiste chlorité de —) . . . . . 87
*Pouzzolane naturelle* . . . . . 37, 310, 311, 318, 336
*Pouzzolane de* Tezontle . . . . . 37
*Pouzzolane artificielle* . . . . . 290, 297, 299, 300, 304
Id. Id. fabriquée avec des argiles blanches . . 306
Id. Id. Id. avec des roches dioritiques. 306
*Prales* (Marbre de —) . . . . . 180
*Prales* (Stéatite de —) . . . . . 87
*Prato* (Serpentine du —) . . . . . 78
*Precipitada* (Bitume de —) . . . . . 381
*Pressions supportées par les conduites en ciment* . . . . . 274
*Promina* (Bitume de —) . . . . . 375
PRUSSE. — Ardoises . . . . . 59
Roches quartzeuses . . . . . 98 à 100
Marbres . . . . . 196 à 199
Chaux, ciments et mortiers . . . . . 318 à 325
*Psythalia* (Albâtre de l'îlot —) . . . . . 188
*Pulvérisation du minerai de bitume* . . . . . 363, 364, 365

## Q

*Quebec* (Ciment de —) . . . . . 313
*Quenast* (Porphyre de —) . . . . . 5, 36

## R


Pages.

*Radon* (Marbre de —). . . . . 142
*Rancennes* (Marbre de —). . . . . 136
*Ranville* (Pierre de —). . . . . 220
Rappakivi. . . . . 6
Ravaccione (Marbre dit —). . . . . 170
*Regneville* (Marbre de —). . . . . 141
*Renazé* (Ardoise de —). . . . . 50
*Réunion* (Pouzzolane de l'île de la —). . . . . 310
*Rice Lake* (Marbre de —). . . . . 207
*Robache* (Chaux de —). . . . . 295
*Rocca-Secca* (Bitume de —). . . . . 359
ROCHES CALCAIRES. . . . . 103 à 235
ROCHES CHLORITIQUES ET TALQUEUSES. . . . . 82 à 90
Id. (Remarques générales sur les —). . 82 à 89
Id. *Suède et Norwége*. . . . . 84 à 85
Id. *Suisse*. . . . . 85 à 86
Id. *États Sardes*. . . . . 86
Id. *Autriche*. . . . . 87 à 88
Id. *Canada*. . . . . 88 à 89
Id. *Inde*. . . . . 89 à 90
ROCHES FELDSPATHIQUES. . . . . 5 à 38
Id. (Remarques générales sur les —). 5 à 8
ROCHES FELDSPATHIQUES POLIES. . . . . 8 à 27
Id. *Toscane*. . . . . 8 à 12
Id. *Suède et Norwége*. . . . . 12 à 15
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 15 à 17
Id. *Inde*. . . . . 17
Id. *France et Algérie*. . . . . 17 à 23
Id. *Grèce*. . . . . 23
Id. *Portugal*. . . . . 24
Id. *Égypte*. . . . . 24 à 26
Id. *Guatemala*. . . . . 26 à 27
ROCHES FELDSPATHIQUES NON POLIES. . . . . 27 à 38
Id. *France*. . . . . 27 à 31
Id. *Colonies françaises*. . . . . 31 à 32
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 32 à 33
Id. *Suède*. . . . . 33
Id. *Wurtemberg*. . . . . 33 à 34
Id. *États Sardes*. . . . . 34 à 35
Id. *Belgique*. . . . . 35 à 37

Pages.

ROCHES FELDSPATHIQUES. — *Toscane*. . . . . 37
Id. *Mexique*. . . . . 37 à 38

ROCHES SILICATÉES. . . . . 4 à 89

ROCHES DE CHAUX CARBONATÉE. . . . . 103 à 230

ROCHES DE CHAUX SULFATÉE (Anhydrite et gypse). . . . 230 à 235
Id. (Remarques générales sur les —). 230 à 231
Id. *France*. . . . . 231 à 232
Id. *Toscane*. . . . . 232 à 233
Id. *États Sardes*. . . . . 233
Id. *Espagne*. . . . . 233
Id. *Autriche*. . . . . 233 à 234
Id. *Mexique*. . . . . 234

ROCHES QUARTZEUSES. . . . . 89 à 103
Id. (Remarques générales sur les —). 89 à 92
Id. *France*. . . . . 92 à 94
Id. *Algérie*. . . . . 94
Id. *Wurtemberg*. . . . . 94 à 97
Id. *Toscane*. . . . . 97 à 98
Id. *Prusse*. . . . . 98 à 100
Id. *Autriche*. . . . . 100
Id. *Suède*. . . . . 100
Id. *Mexique*. . . . . 101
Id. *Sumatra*. . . . . 101
Id. *Inde*. . . . . 101 à 102
Id. *Nouvelle-Galles du Sud*. . . . . 102 à 103
Id. *Terre de Van Diémen*. . . . . 103

*Roquefort* (Chaux de —). . . . . 247
*Roquefort* (Ciment de —). . . . . 248
*Roslagen* (Marbre de —). . . . . 204
*Rouge antique* (rosso antico). . . . . 184, 186
*Rouge royal*. . . . . 132, 196

ROYAUME-UNI. — Roches feldspathiques. . . . . 15 à 17, 32 à 33
Ardoises. . . . . 52 à 54, 62 à 66
Serpentines. . . . . 74 à 76
Marbres. . . . . 204 à 206
Pierres calcaires. . . . . 229
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 311 à 312
Ciments divers. . . . . 343

*Russ* (Marbre de —). . . . . 132

## S

Pages.

*Sablé* (Marbre de —). . . . . 138
*Saint-Aubin des Landes* (Ardoise de —). . . . . 52
*Saint-Beat* (Marbre de —). . . . . 119
*Saint-Crépin* (Marbre de —). . . . . 126, 129
*Saint-Georges-le-Gaultier* (Ardoise de —). . . . . 48
*Saint-Hubert* (Marbre de —). . . . . 196
*Saint-Jean* (Serpentine de —, dans la province de Grenade). 80
*Saint-Lin* (Marbre de —). . . . . 206
*Saint-Paul* (Marbre de —). . . . . 130
*Saint-Remy* (Marbre de —). . . . . 195
*Saint-Veran* (Serpentine de —). . . . . 70
*Sainte-Anne* (Marbre de —). . . . . 194, 195
*Sainte-Luce* (Marbre de —). . . . . 128
*Sainte-Soulle* (Calcaire de —). . . . . 222
*Salazie* (Chaux de —). . . . . 310
*San Gavino* (Marbre de —). . . . . 150
*San Sebastien* (Ciment de —). . . . . 331
*Santorin* (Pouzzolane de —). . . . . 336
*Sarrancolin* (Marbre de —). . . . . 115
*Sauvages* (Travail des pierres dures par les —). . . . . 26, 90
*Sauveterre* (Portor de —). . . . . 116
*Savoie* (Marbres de la —). . . . . 181, 182, 183
Scagliola. . . . . 346 à 355
*Schmiedeberg* (Marbre de —). . . . . 198
*Sculpture du porphyre et des pierres dures*. . . . . 11
*Senonches* (Chaux de —). . . . . 285
SERPENTINES. . . . . 67 à 82
Id. (Remarques générales sur les —). . . . . 67 à 69
Id. *France*. . . . . 69 à 74
Id. *Royaume-Uni*. . . . . 74 à 76
Id. *États Sardes*. . . . . 76 à 78
Id. *Toscane*. . . . . 78 à 79
Id. *États Pontificaux*. . . . . 79 à 80
Id. *Espagne*. . . . . 80
Id. *Autriche*. . . . . 80 à 81
Id. *Grèce*. . . . . 81
Id. *Égypte*. . . . . 81
Id. *Canada*. . . . . 81 à 82
Id *Inde*. . . . . 82
*Serpentine dite vert antique*. . . . . 78, 79

Pages.

*Serpentine chloritée*. . . . . 81
*Serraggio* (Bleu turquin de —). . . . . 150
*Serravezza* (Marbre de —). . . . . 169, 176
*Seyssel* (Bitume de —). . . . . 364
*Sezia* (Serpentine du val —). . . . . 76
*Sidi Yaya* (Marbre de —). . . . . 163
*Sienne* (Marbre jaune de —). . . . . 113, 174, 177, 195
*Sienne* (Marbre rouge de —). . . . . 174
*Silicatisation des pierres*. . . . . 340
*Silice soluble disséminée dans le gypse* . . . . . 345 à 347
*Sjögestad* (Chaux de —). . . . . 335
*Soignies* (Pierre de —). . . . . 224, 225, 226
*Soignies* (Chaux de —). . . . . 225
*Soria* (Bitume de —). . . . . 380
*Sparte* (Marbre de —). . . . . 187
*Spezzia* (Marbre portor de —). . . . . 181
*Stettin* (Ciment de Portland de —). . . . . 322
Stubensandstein. . . . . 96
*Stucs*. . . . . 346 à 355
Suède et Norwége. — Roches feldspathiques. . . . . 12 à 15, 33
Ardoises. . . . . 59 à 61
Roches chloritiques et talqueuses. 84 à 85
Roches quartzeuses. . . . . 100
Marbres. . . . . 203 à 204
Chaux, ciments et mortiers. . 334 à 336
Suisse. — Chaux. . . . . 336
Bitumes. . . . . 359
Sumatra. — Roches quartzeuses. . . . . 101
Marbres. . . . . 216
*Suze* (Serpentine dite vert de —). . . . . 76
*Syénite des Vosges*. . . . . 21, 22
Id. *Zirconienne*. . . . . 15

## T

*Talc*, *Talc compacte* (*stéatite*) et *Talc schisteux*. . . 83, 84, 85, 86, 87, 88
*Taygète* (Marbre brèche de —). . . . . 187
*Tekali* (Albâtre algérien de —). . . . . 214
*Tekali* (gypse de —). . . . . 234
*Tenos* (Marbre de —). . . . . 186
*Tenos* (Serpentine de —). . . . . 81

Pages.

Terrazzi *de Venise*. . . . . 328
Tezontle. . . . . 37
*Theil* (Chaux du —). . . . . 279
*Thorold* (Ciment de —). . . . . 312
*Tokat* (albâtre algérien de —). . . . . 211
*Tonnerre* (Pierre de —). . . . . 218
Toscane. — Roches feldspathiques et quartzeuses. . . 8 à 12, 37
Ardoises. . . . . 62
Serpentines. . . . . 78 à 79
Marbres. . . . . 167 à 178
Pierres calcaires. . . . . 228 à 229
Roches de chaux sulfatée. . . . . 232 à 233
*Toscane* (Lumachelle de —). . . . . 178
*Tournon* (Marbre de —). . . . . 143
*Trachyte*. . . . . 30, 31, 34, 37, 38
*Trass*. . . . . 318
*Trass mort*. . . . . 319, 321
*Travail des pierres dures sur le tour*. . . . . 17, 91
*Travaux de M. Vicat sur les chaux et les ciments*. . . . . 240
*Trèves* (Grès de —). . . . . 98
Trinité (Ile de la —). — Bitume. . . . . 391 à 392
*Try* (Chaux de —). . . . . 289
*Tuf calcaire*. . . . . 227, 228

## U

*Ulm* (Ciment d' —). . . . . 317
*Untersberg* (Marbre d' —). . . . . 203
Uruguay (République orientale de l' —). — Marbres. . 215 à 216

## V

*Vackenback* (Marbre de —). . . . . 131
*Valcamonica* (Albâtre de —). . . . . 200
*Val de Travers* (Bitume du —). . . . . 355, 359
*Valentine* (Ciment de la —). . . . . 285
Van Diemen (Terre de —). — Roches quartzeuses. . . . . 103
Marbres. . . . . 210
*Vassy* (Ciment de —). . . . . 244, 277
*Vaussort* (Marbre brèche de —). . . . . 194
*Vergelé*. . . . . 222
*Vergoraz* (Bitume de —). . . . . 373

Pages.

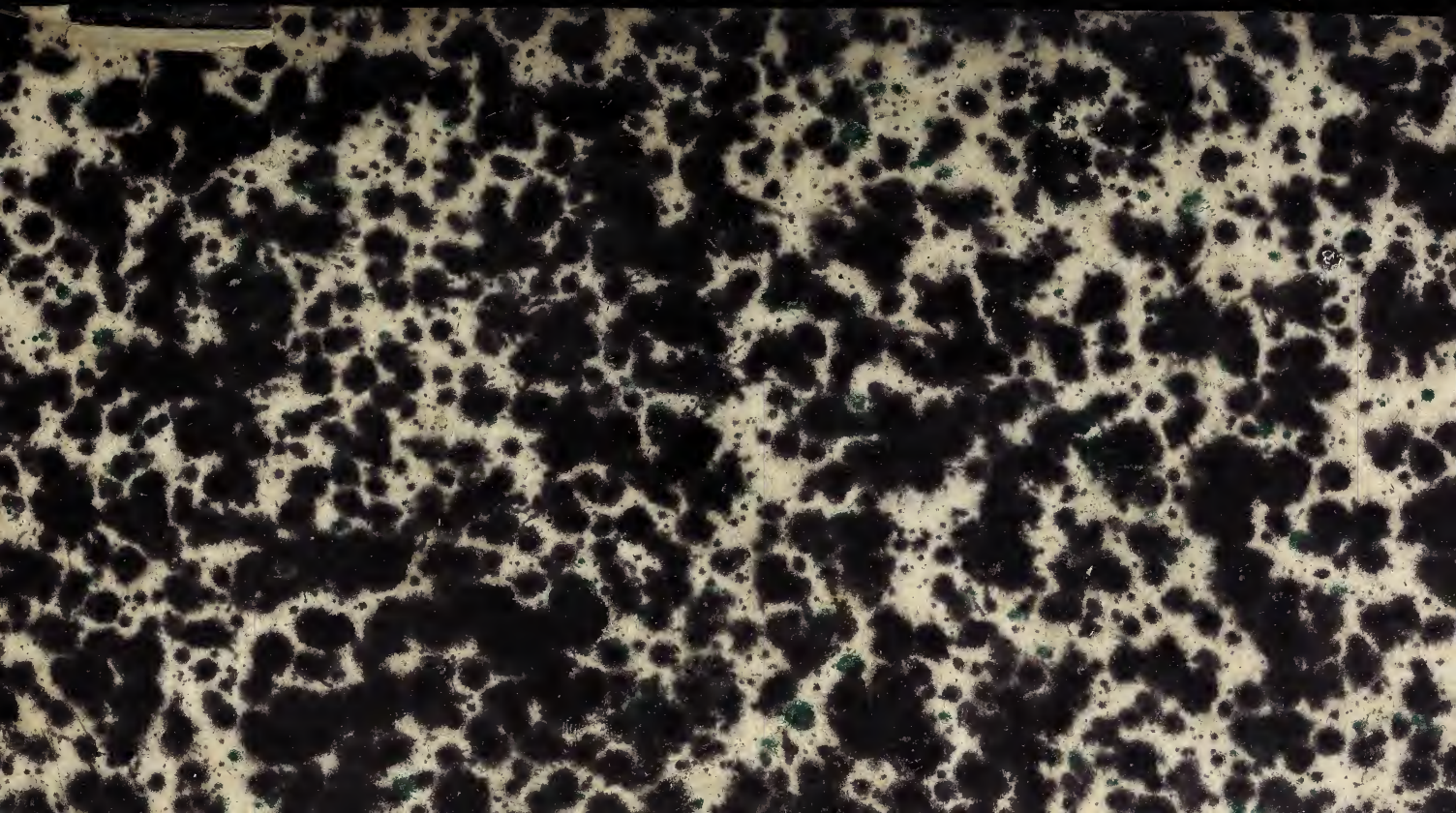
*Velez Rubio* (Marbre de —). . . . . 192
*Vérone* (Marbre de la province de —). . . . . 200
*Vert antique*. . . . . 77, 79
Id. *de Gênes*. . . . . 77
Id. *de Levante*. . . . . 77
Id. *de mer*. . . . . 69
Id. *de Pegli*. . . . . 77
Id. *du Prato*. . . . . 78
Id. *de Suze*. . . . . 76
Id. *du val Sesia*. . . . . 76
*Veru* (Serpentine de —). . . . . 73
*Vezza* (Marbre de —). . . . . 200
*Vielle-Louvois* (Marbre de —). . . . . 116
*Vieux* (Marbre de —). . . . . 142
*Vieux mortiers utilisés comme produits pouzzolaniques*. . 250
*Villmar* (Marbre de —). . . . . 199
*Villepail* (Ardoise de —). . . . . 48
*Vimines* (Poudingue de —). . . . . 183
*Vitry* (Ciment de —). . . . . 290
*Volterra* (gypse de —). . . . . 232
*Vulpinite*. . . . . 233

W

*Waltersdorff* (Ardoise de —). . . . . 58
*Wiesthal* (Marbre de —). . . . . 203
Wurtemberg. — Roches feldspathiques. . . . . 33 à 34
Ardoises. . . . . 59
Roches quartzeuses. . . . . 94 à 97
Marbres et pierres calcaires. . . . . 226 à 227
Chaux, ciments et mortiers. . . . . 316 à 318

Y

*Yssingeaux* (Chaux d' —). . . . . 301

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Cᵉ, rue Racine, 26, près de l'Odéon.